



SURFACE S.A.S.

Control de la corrosión, aplicación de pinturas líquidas y en polvo,
montaje de sistemas de Aire Acondicionado y Ventilación Mecánica

www.surface.com.co

IV ENCUENTRO DE GESTORES DE EDIFICIOS MODERNOS

CUBIERTAS Y SUPERFICIES REFLECTIVAS

Bogotá, Julio de 2012

CUBIERTAS Y SUPERFICIES REFLECTIVAS

Gabriel Adolfo Soto



CALENTAMIENTO GLOBAL Y CAMBIO CLIMATICO



© Magna Terra editores

EL CLIMA

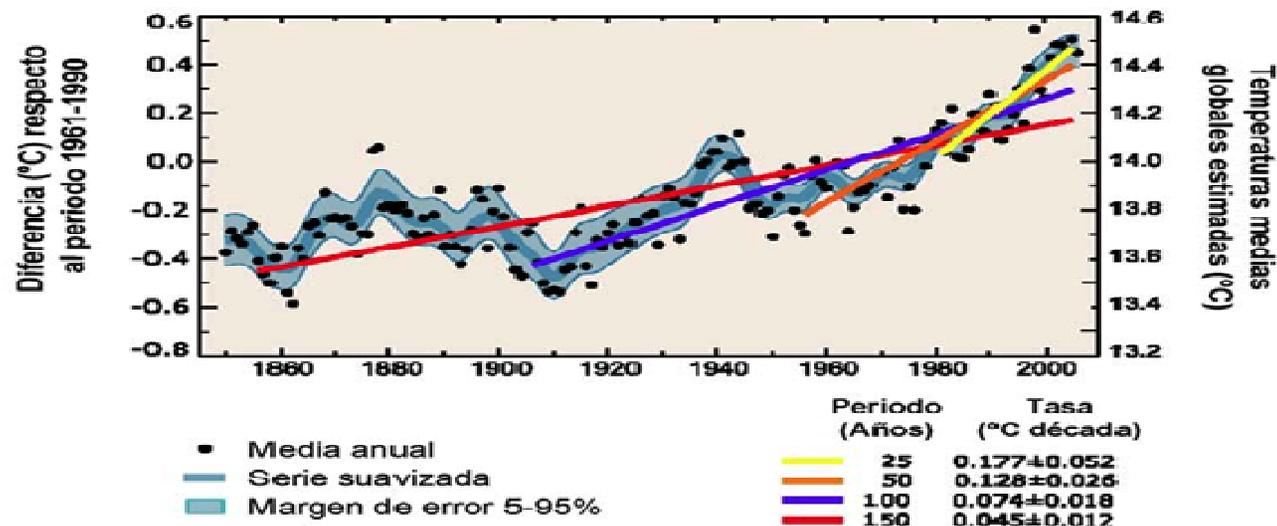
- **El tiempo:** Evolución de procesos atmosféricos entre las siguientes 12 a 72 horas.
- **El clima:** Fluctuación de condiciones atmosféricas en largos períodos (30 años). Se describe a partir de la temperatura y las precipitaciones.



CAMBIO CLIMATICO

- Las fluctuaciones del clima durante décadas se le conoce como **Cambio climático**.

Tendencias en las temperaturas globales



FACTORES QUE DETERMINAN EL CAMBIO CLIMATICO

FACTORES RADIATIVOS FORZANTES

- Radiación Solar.
- Concentración de gases en la atmósfera.
- Nubes.
- Aerosoles.

(GEI) GASES DE EFECTO INVERNADERO

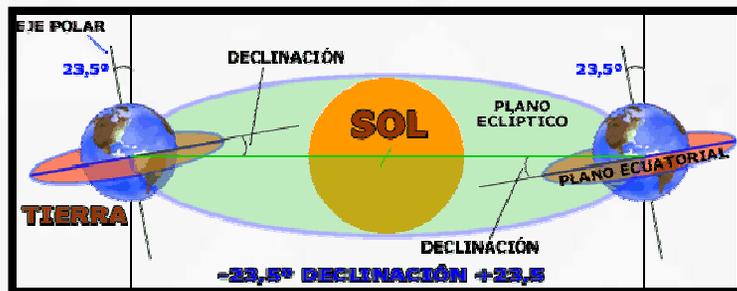
- Vapor de agua (H₂O).
- El (CO₂), el metano (CH₄), el ozono (O₃).
- Halocarbonos (compuestos de cloro, bromo o flúor y carbono).
- Hidrofluorocarbonos (HFC) y los perfluorocarbonos (PFC).



FACTORES QUE DETERMINAN EL CAMBIO CLIMATICO

FACTORES DETERMINANTES

- Latitud, elevación y distancia al mar.
- Cobertura vegetal.
- Lagos y ríos.
- Actividad humana.



FACTORES QUE DETERMINAN EL CAMBIO CLIMATICO

EL EFECTO INVERNADERO



ISLAS URBANAS DE CALOR

- El efecto de isla de calor es un fenómeno comprobado en que la temperatura de las zonas urbanas es significativamente mayor que el de las zonas suburbanas y rurales aledañas.
- Este fenómeno afecta el bienestar de las comunidades, ya que incrementa la temperatura superficial de la envolvente del edificio, especialmente en verano.

ISLAS URBANAS DE CALOR

Efecto Isla en el mapa de Nueva York



ISLAS URBANAS DE CALOR

- La temperatura en una isla urbana de calor, puede ser hasta **3°C** mayor que en zonas suburbanas y parques aledaños.

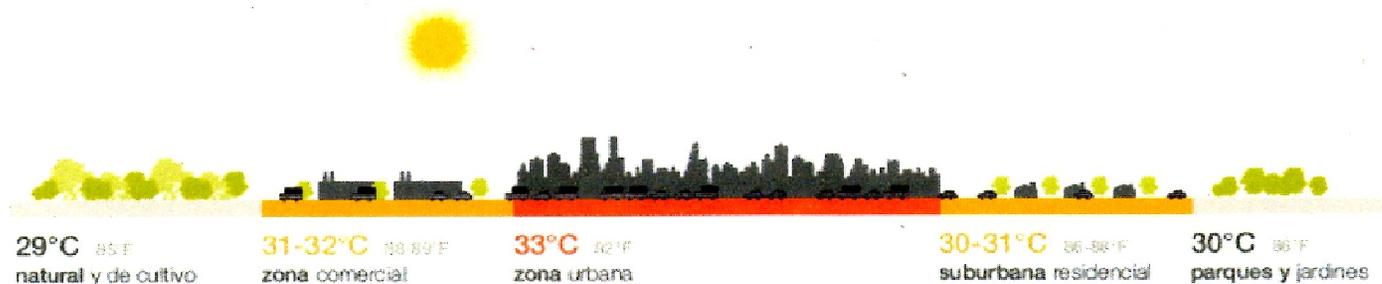


Figura 1. Efecto de isla de calor.

Fuente: GCCA 2012. *A Practical Guide to Cool Roofs and Cool Pavements*. Global Cool Cities Alliance.

ISLAS URBANAS DE CALOR



El incremento de temperatura tiene como consecuencias:

- El sobrecalentamiento de los edificios
- El discomfort térmico de los ocupantes

ISLAS URBANAS DE CALOR



- Una temperatura de aire más elevada tiende a elevar las demandas de enfriamiento en los edificios y reduce la eficiencia de trabajo de los sistemas de aire acondicionado, resultando en mayores consumos de energía.

PREGUNTAS



CONCEPTO DE COOL ROOFS

Todos los materiales poseen propiedades físicas que determinan su capacidad de transferir el calor:

- Propiedades térmicas dinámicas: conductividad, densidad y calor específico.
- Propiedades superficiales: **reflectancia (ρ)**, **absortancia (α)** y **emitancia (ε)**.

Cada una de ellas influye en mayor o menor grado en la transferencia de calor por convección, radiación, conducción y sol-aire.

CONCEPTO DE COOL ROOFS

- El color de una superficie influye en buena medida en su temperatura superficial.
- **La reflectividad solar (RS) y la emitancia son las dos propiedades superficiales clave que definen la temperatura de la envolvente, cada una varia de 0 a 1. Entre más alto sean estos valores, más fresca permanecerán las superficies expuestas al sol.**
- Son estas características superficiales las de mayor interés en la tecnología de cubiertas y superficies reflectivas.

CONCEPTO DE COOL ROOFS

Cuando la radiación solar incide en la cubierta de un edificio, parte de esa energía es reflejada y parte es absorbida. La parte absorbida resulta en un incremento de la temperatura superficial de la cubierta; lo que finalmente se traduce en una mayor demanda de energía para climatizar el espacio.

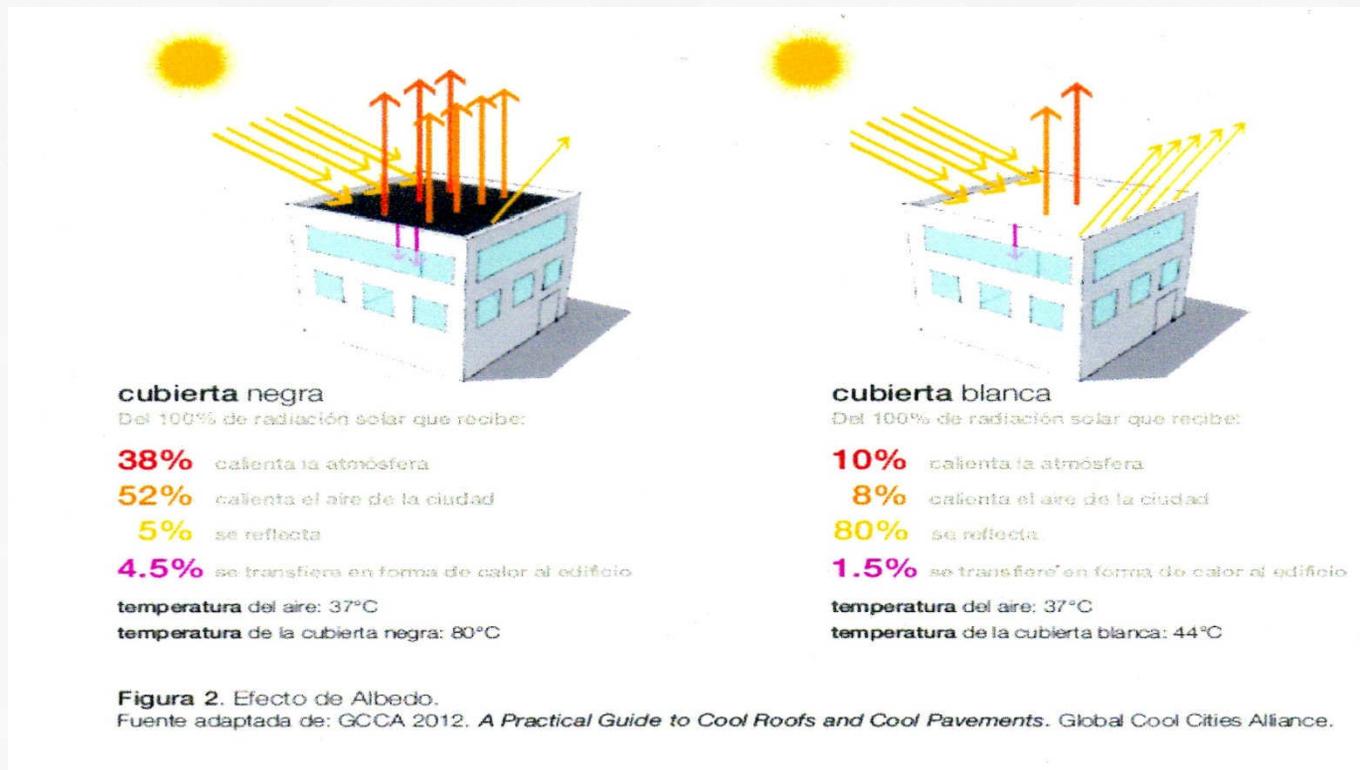


Es posible conseguir una disminución de la temperatura superficial utilizando acabados que reflejan una porción significativa de la radiación solar incidente de onda corta, lo cual resulta en un mejor desempeño térmico comparado con superficies tradicionales

CONCEPTO DE COOL ROOFS

El efecto albedo

Comparación de una cubierta negra y una blanca en una tarde con una temperatura de 37°C



CONCEPTO DE COOL ROOFS

COOL ROOFS

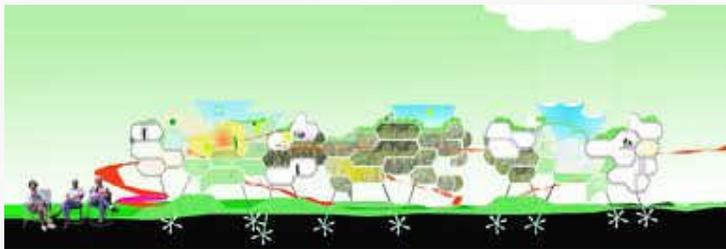
- Son superficies que reflejan la luz solar y tienen la habilidad de perder calor más eficientemente que otras superficies, lo que las mantiene mucho más frescas durante el día.
- Las superficies tradicionales, en contraste, absorben mayor cantidad de radiación solar, lo que hace que estén más calientes.

CONCEPTO DE COOL ROOFS

- Un **COOL ROOF** es aquel que utiliza sistemas que se caracterizan por una alta reflectancia (ρ), también conocida como **reflectividad solar (RS)** o albedo, y una alta **emitancia infrarroja (ϵ)**.
- La **RS** es la habilidad de reflejar la radiación solar reduciendo la transferencia de calor hacia el interior del edificio; mientras que un valor alto de ϵ nos indica una capacidad de desprender rápidamente el calor absorbido en forma de radiación infrarroja.

CONCEPTO DE COOL ROOFS

- Una superficie con valores altos de **RS** y ϵ que está expuesta a la radiación solar, tendrá una temperatura superficial inferior comparada con superficies similares con valores de **RS** y ϵ menores. Si esta superficie es parte de la envolvente del edificio, esto puede resultar en una disminución del calor que entra en el edificio; y si esta superficie es parte del tejido urbano (pavimentos, banquetas, etc) estos valores contribuyen a disminuir la temperatura del aire; ya que la convección de superficies más frescas es menor.



CONCEPTO DE COOL ROOFS

- El **Índice de Reflectancia solar (SRI)** por sus siglas en inglés) es otra forma de medir que tan fresca se mantiene una superficie. El **SRI** mide la habilidad de la superficie para rechazar el calor, cuando hay un pequeño incremento de temperatura.
- El estándar según ASTM E 1980

Color	Reflectancia	Emitancia	IRS	
Negro	0.05	0.90	0.05 (0)	0 %
Blanco	0.80	0.90	0.90 (1)	100 %

- Por ejemplo, la superficie negra estándar tiene un aumento de temperatura de 50°C a pleno sol y la superficie blanca estándar tiene un incremento de solo 8.1°C. Una vez que el máximo incremento en la temperatura de un material se ha registrado, el **SRI** puede calcularse interpolando los valores de las superficies negras y blancas.

CONCEPTO DE COOL ROOFS

- Materiales con valor altos de **SRI** son las opciones más frescas para especificar en la envolvente del edificio. Por ejemplo, las cubiertas oscuras tradicionales usualmente tienen valor de **SRI** menores a 20, mientras que una cubierta blanca, limpia tendría un **SRI** muy cercano a 100.
- El **SRI** es un valor utilizado en sistemas de certificación de edificios sustentables como el **LEED** para establecer una evaluación sobre el posible desempeño térmico de una cubierta.



VENTAJAS AMBIENTALES Y ECONOMICAS

Cubiertas y superficies reflectivas.

- Reducción de las ganancias de calor en edificios: la temperatura de las cubiertas y superficies reflectivas normalmente incrementa solo unos cuantos grados centígrados durante el día.
- Ahorros significativos en los consumos de electricidad derivados del uso de unidades de aire acondicionado. Los ahorros dependerán de las características del edificio, su uso y las condiciones climáticas.



VENTAJAS AMBIENTALES Y ECONOMICAS

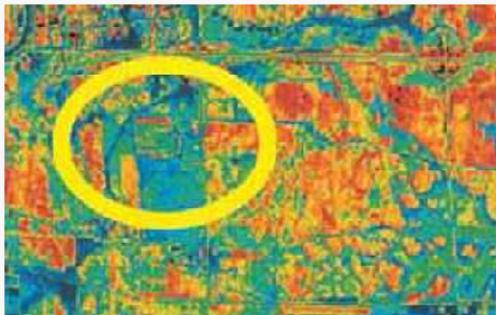
Cubiertas y superficies reflectivas.

- Notable mejora en las condiciones de confort térmico en edificios no climatizados.
- Reducción de la demanda pico de electricidad; trayendo como consecuencia equipos de menor dimensión.
- Se alarga la expectativa de vida del sistema de cubierta, reduciendo costos de mantenimiento.

VENTAJAS AMBIENTALES Y ECONOMICAS

Cubiertas y superficies reflectivas.

- Mitigación del efecto de isla de calor entre 1-2°C ya que menos calor es transferido al aire circundante.



- Reducción de la contaminación y las emisiones de CO2.

POTENCIAL DE USO

- En un estudio realizado en cinco edificios de diferentes uso (escuela, laboratorio, edificios público, vivienda y oficina) ubicados dos en Grecia, uno en Italia, uno en Francia y uno en el Reino Unido, se implementaron cubiertas reflectivas para medir y evaluar el potencial de uso de la tecnología.
- Se encontró que, en los edificios monitoreados, **se registraron ahorros de energía entre el 10% y el 40% y una reducción entre 1.5 °C Y 2°C en la temperatura interior**. Estos resultados variaron de acuerdo a las condiciones climáticas (ciudad), uso y características del edificio.

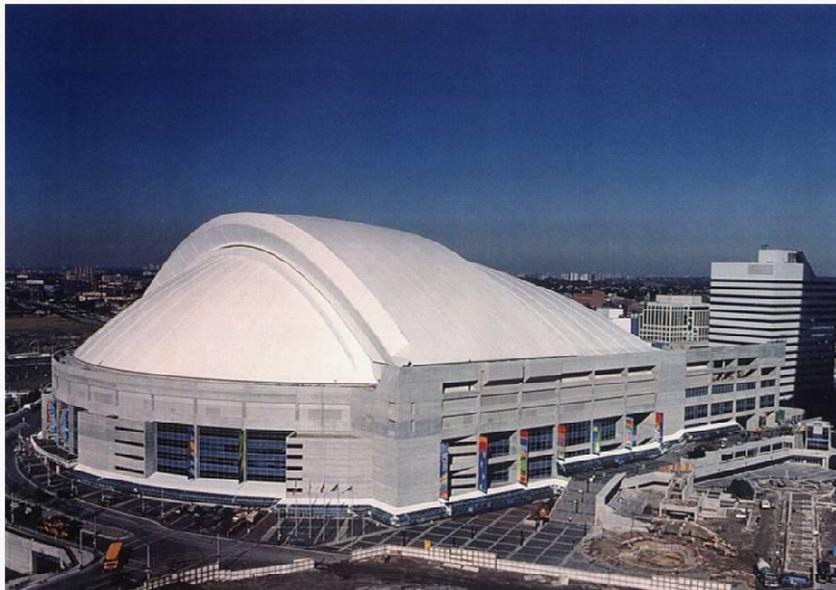
POTENCIAL DE USO

- Como parte del estudio, se utilizaron edificios con y sin aislamiento térmico. **Se observó que las mayores reducciones en las demandas refrigeración y calefacción se obtuvieron con la combinación de aislamiento térmico y la tecnología de cubierta reflectiva.**
- El campo de aplicación para las superficies y cubiertas reflectivas va desde los edificios públicos y privados, residenciales y, desde luego, la creciente oferta de vivienda de interés social.

POTENCIAL DE USO

- No existe una única tecnología o solución mágica al problema del consumo de energía en los edificios.
- Los mayores ahorros energéticos y los beneficios ambientales que los acompañan se pueden alcanzar utilizando una combinación de medidas de eficiencia energética que sean pertinentes a la región climática en donde se construye.

Membranas flexibles Acrilica- PUR y PVC



POTENCIAL DE USO

Comparativo de temperaturas entre cubiertas tradicionales y cubierta con una membrana flexible de Acrílico-PUR

Sistema	Temp. Interior (°C)	Temp. Interior SL-560 (°C)	Δ Vs SL 560 (°C)	% Diferencia
Manto Arenado	40.0	27.6	12.4	31%
Manto Aluminio	28.0	24.2	3.8	14%
Mortero	33.4	24.2	9.2	28%
Alumol	31.3	27.0	4.3	14%
Teja Standing Seam	31.3	28.1	3.2	10%
Teja de Cinc	30.4	26.9	3.5	12%
Teja Fibrocemento	32.0	23.8	8.2	26%



Paneles Solares





Cubiertas Verdes

POTENCIAL DE USO

- Coordinar los aspectos técnicos, regulatorios y de mercado de la tecnología de cubierta y superficies reflectivas
- Convocar e involucrar a los principales actores que intervienen en el campo: industria, institutos de investigación, fabricantes, distribuidores, contratistas, consultores y usuarios finales.
- Elaborar un diagnóstico situacional para evaluar el comportamiento y actitudes de los usuarios finales, tomadores de decisión y otros involucrados hacia la tecnología de cubiertas y superficies reflectivas.
- Promover el uso de la tecnología de **COOL ROOFS** mediante un programa de fortalecimiento y desarrollo de capacidades (cursos, seminarios, etc).
- Desarrollar un sistema de certificación de productos, métodos de prueba y verificación.

POTENCIAL DE USO

- Elaboración y distribución de una base de datos de productos disponibles en el mercado y sus propiedades físicas que incluyan como mínimo: **reflectividad solar (RS), emitancia infrarroja (ϵ), temperaturas superficiales máximas y el índice de reflectancia solar (SRI).**
- Diseño, implementación y monitoreo de la tecnología en edificios reales en diferentes zonas climáticas para demostrar el potencial de las cubiertas y superficies reflectivas. Estos casos de estudio deben incorporar el monitoreo experimental y el análisis numérico de los mismos edificios, bajo condiciones metodológicas idénticas.
- Elaborar de un manual que incluya los resultados de los casos de estudio, ventajas de uso. Base de datos de materiales y otros hallazgos.

PREGUNTAS



CONCLUSIONES

- La tecnología de **COOL ROOFS** se refiere a superficies que reflejan la luz solar y tiene la habilidad de perder calor más eficientemente que otras superficies, lo que las mantiene mucho más frescas durante el día.
- La reflectividad solar (RS) y la emitancia infrarroja (ϵ) y el índice de reflectancia solar (SRI) son los indicadores clave que informan sobre la temperatura de la envolvente; entre más altos sean estos valores, más frescas permanecerán las superficies expuestas al sol.
- Se puede concluir que el potencial de desarrollo de la tecnología de cubiertas y superficies reflectivas en Colombia todavía no ha alcanzado su madurez y que existe una gran área de oportunidad de mercado, innovación y transferencia.

CONCLUSIONES

- Aunque es evidente que no existe una solución única al problema del consumo de energía en edificios, la tecnología de **COOL ROOFS** es una alternativa de eficiencia energética, finalmente viable y una solución sustentable para mitigar los efectos de isla de calor en las ciudades y reducir el consumo de energía requerida para el enfriamiento de los edificios.
- Es importante resaltar que los mayores ahorros energéticos y ambientales se puede alcanzar únicamente utilizando una combinación de diferentes medidas de eficiencia energética (aislamiento térmico, protección solar, ventilación natural, etc) que sean pertinentes a la región climática en donde se construye.

REFERENCIAS

1. **GCCA** (2012). A Practical Guide to Cool Roofs and Cool Pavements. Global Cool Cities Alliance, 44pp.
2. **ZINZI, M. & AGNOLI, S.** Cool and green roofs. An energy and comfort comparison between passive cooling and mitigation urban heat island techniques for residential buildings in the Mediterranean region. *Energy and buildings. In press. 2012.*
3. **AKBARI, H; POMERANTZ, M. & TAHA, H.** (2001). Cool surfaces and shade trees to reduce energy use and improve air quality in urban areas. *Solar Energy*, 70,295-310.
4. **URBAN, B. & ROTH, K.** (2010). Guidelines for Selecting Cool Roofs. U.S. Department of Energy. Building Technologies Program. [H](#)
5. **LBL.** (2000). Cool Roofing Materials Database. Lawrence Berkeley National Laboratory. *Environmental Energy Technologies Division*. [Online]. Available: <http://eetd.lbl.gov/coolroof/>[Accessed Feb. 2012.].
6. **AKBARI, H., LEVINSON, R. & RAINER, L.** (2005). Monitoring the energy-use effects of cool roofs on California commercial buildings. *Energy and Buildings*, 37, 1007-1016.

REFERENCIAS

7. **BOIXO, S., DIAZ-VICENTE, M., COLMENAR, A. & CASTRO, M. A.** 2012. Potential energy savings from cool roofs in Spain and Andalusia. *Energy*, 38,425-438.
8. **KOLOKOTRONI, M. & WARREN, P.** 2011. Promotion of cool Roofs in the EU. Technical Guidelines Handbook.: Brunel University and Cool Roofs In the EU. Technical Guidelines Handbook.: Brunel University and Cool Roofs project.
9. **ROMEO, C. & ZINZI, M.** Impact of a cool roof application on the energy and comfort performance in an existing non-residential building. A Sicilian casa study. *Energy and Buildings. In Press.2012.*
10. **SYNNEFA, A. & SANTAMOURIS, M.** Advances on technical, policy and market aspects of cool roof technology in Europa: the Cool Roofs Project. *Energy and Buildings. In Press. 2012.*
11. **XU, T., SANTHAYE, J., AKBARI, H., GARG, V. & TETALI, S.** (2012). Quantifying the direct benefits of cool roofs in an urban setting: reduced cooling energy use and lowered greenhouse gas emissions. *Building and Environment*, 48, 1-6.
12. **SIKA COLOMBIA**, Construcción, Manual de productos, www.sika.com.co

MUCHAS GRACIAS

gabriel.soto@surface.com.co