

# Cool roofing could help to reduce cooling energy usage

I tetti a controllo termico contribuiscono a ridurre l'utilizzo di energie per il condizionamento dell'aria

European Cool Roofs Council 2014  
Rebecca Tonkin,  
Dr. Russell Evans  
Huntsman Pigments and Additives



R.Tonkin



R.Evans



The global drive to reduce energy consumption and cool down our urban environments has provided industry and academia with an opportunity to work together to provide innovative solutions for consumers, particularly in the area of construction.

According to the International Energy Agency (IEA)<sup>[1]</sup>, buildings are the largest energy consuming sector in the world, and account for over one-third of total final energy consumption and are an equally important source of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) emissions. It is very likely that this situation will not change much in the future, estimates released by the IEA suggest that the energy consumption for buildings and agriculture in 2035 will still be approximately one third of total demand<sup>[2]</sup>.

Achieving significant energy and emissions reduction in the buildings sector will be a challenge for all stakeholders but should be an achievable goal.

In our view, cool roof technology can be used to reduce the energy consumed by buildings in both new and existing structures and can have a direct benefit to the building below and an indirect benefit to the surrounding area.

Cool roofs can help to prevent the air inside a building heating up to high levels when the sun is most intense by reflecting away the sun's energy. An increase in temperature can make the interior more uncomfortable and place heavy loads on air-conditioning systems. This, in turn, can lead to a rise in associated energy consumption/cost and the carbon dioxide and greenhouse

*La tendenza generale verso la riduzione dei consumi di energia e l'esigenza di un controllo termico degli ambienti urbani hanno offerto all'industria e alle istituzioni accademiche l'opportunità di cooperare per fornire soluzioni innovative per gli utilizzatori, in particolare nell'area delle costruzioni.*

*In base all'International Energy Agency (IEA)<sup>[1]</sup>, gli edifici rappresentano l'area di maggiore consumo energetico in tutto il mondo, pari a un terzo dei consumi totali oltre ad essere una fonte altrettanto considerevole di emissioni di biossido di carbonio (CO<sub>2</sub>). È molto probabile che questa situazione non muterà molto nel prossimo futuro. Infatti le stime fornite da IEA suggeriscono che il consumo energetico per il settore edile e agricolo nel 2035 continuerà ad aggirarsi su un terzo della domanda totale<sup>[2]</sup>.*

*Riuscire ad ottenere una riduzione significativa delle emissioni e dei consumi di energia nel settore edile rappresenterà una vera e propria sfida per gli tutti gli operatori coinvolti, ma si tratterà comunque di un obiettivo raggiungibile.*

*Nella nostra visione strategica, la tecnologia del controllo termico dei tetti può essere adottata al fine di ridurre l'apporto di energia utilizzata nelle strutture edili nuove e non nuove e può avere un impatto diretto sull'edificio stesso e indiretto sull'area circostante.*

*I tetti a controllo termico evitano che l'aria all'interno dell'edificio si surriscaldi nelle ore del giorno più calde mediante riflettanza dell'energia solare. L'aumento*

della temperatura può rendere meno confortevole l'interno di un edificio imponendo l'uso massiccio dei sistemi di condizionamento dell'aria. A sua volta, tutto questo può determinare un incremento dei consumi di energia e dei costi ad essi correlati oltre che delle emissioni dei gas serra e di biossido di carbonio, direttamente legati all'uso superiore di energie<sup>[3]</sup>.

I tetti a controllo termico possono essere utilizzati indirettamente per diminuire l'effetto delle isole termiche nell'area urbana contribuendo a ridurre i consumi di energia delle aree ad alta concentrazione di edifici. Le isole termiche si trovano in luoghi collocati a bassa, media e alta latitudine. In particolare negli stati meridionali dell'Europa, fra cui, ad esempio Atene le isole termiche possono contribuire ad incrementare il carico di aria condizionata degli edifici con il conseguente innalzamento della domanda di elettricità che raggiunge i livelli massimi.

L'European Cool Roofs Council (ECRC) è stato fondato nel 2011 per mettere a punto le conoscenze scientifiche e le attività di ricerca relative alla tecnologia dei "tetti a controllo termico" promuovendo l'utilizzo di prodotti e materiali ad hoc in Europa, compreso lo sviluppo di ciclo di classificazione del prodotto per questo ambito.

### **COSA SONO I TETTI A CONTROLLO TERMICO?**

Un tetto a controllo termico ha una superficie che rimane relativamente fresca rispetto alla temperatura ambiente o circostante. Il modo attraverso il quale il tetto mantiene un controllo termico è rappresentato dall'uso di materiali che riflettono l'energia solare invece di assorbirla.

L'energia solare arriva sulla terra nella forma di luce ultravioletta per il 4%, di luce visibile per il 43% e di infrarossi per il 53%. I prodotti di colore bianco riflettono la maggior parte di questa energia restituendola all'atmosfera, ma i tetti a controllo termico colorati, disponibili sul mercato, sono anch'essi in grado di riflettere una porzione considerevole di raggi infrarossi.

L'abilità di un tetto di dissipare calore velocemente è anch'essa molto importante e i tetti a controllo termico tendono ad avere alti valori di emissione dimostrando di dissipare il calore celermente ed evitando che questo venga assorbito dalla struttura sottostante, il che rappresenta un grande vantaggio.

Per dimostrare quanta energia solare viene riflessa e l'efficacia del tetto nel dissipare il calore, il tetto può essere misurato attribuendo ad esso un valore denominato Indice di Riflettanza Solare. Quanto più alto è il valore tanto maggiori sono le probabilità che vi sia un effettivo controllo termico.

L'Indice di Riflettanza Solare (SRI) misura la temperatura relativa di una superficie rispetto al bianco standard (SRI = 100) e al nero standard (SRI = 0) in condizioni di irraggiamento solare e di temperatura ambiente standard. SRI non è una scala termica (dal momento che SRI aumenta con il diminuire della temperatura della superficie), ma una scala di temperatura fresca dove SRI = 0 sta per caldo come il nero standard e SRI = 100 sta per fresco come il bianco standard (i valori SRI possono essere inferiori a 0 o superiori a 100).

### **IN QUALE MISURA I TETTI A CONTROLLO TERMICO POSSONO RISOLVERE IL PROBLEMA DEL SURRISCALDAMENTO?**

Negli USA i tetti a controllo termico sono stati collaudati e pubblicizzati e uno studio condotto da Levinson e Akbari suggerisce che l'energia richiesta dai condizionatori d'aria negli edifici può rappresentare più del 20% dei consumi energetici totali in alcuni stati occidentali. Essi hanno affermato inoltre che l'indice di riflettanza solare superiore di un tetto, da 0,20 a 0,55 può dare annualmente un risparmio di energie utilizzate per il raffreddamento pari a 5,02 kWh/m<sup>2</sup> in tutti gli stati USA. Grazie a ciò, verrebbero ridotte inoltre le emissioni di biossido di carbonio per 3,02kg/m<sup>2</sup><sup>[3]</sup>.

gas emissions directly attributable to this increased energy usage<sup>[3]</sup>.

Indirectly cool roofs can be used to reduce the effect of urban heat islands and help to reduce the energy consumption of built-up areas. Heat islands are present in low, mid and high latitude locations. Particularly in the south of Europe including, for example, Athens, heat islands can contribute to an increase in the cooling load of buildings and increased peak electricity demand.

The European Cool Roofs Council (ECRC) was founded in 2011 to develop scientific knowledge and research in relation to "cool roof" technology and to promote the use of cool roof products and materials in Europe, including developing a product rating programme for such products and materials.

### **WHAT ARE COOL ROOFS?**

A cool roof has a surface that stays relatively "cool" as compared to the ambient or surrounding, temperature. The way in which the roof stays cool is by using materials that reflect the sun's energy instead of absorbing it.

The sun's energy comes down to Earth as ultra violet light 4%, visible light 43% and infrared energy 53%. White colored products reflect the most energy back into the atmosphere but colored cool roofs are also now available which reflect a high portion of the infrared energy.

The ability of a roof to lose heat quickly is also a factor, cool roofs tend to have high emissivity values which demonstrate their ability to lose heat quickly and prevent it being absorbed into the structure below which is beneficial.

In order to state how much of the solar energy is reflected and how effective the roof is at losing heat, the roof can be measured and a value attributed to it called the Solar Reflectance Index. The higher the number the better the roof is at keeping cool.

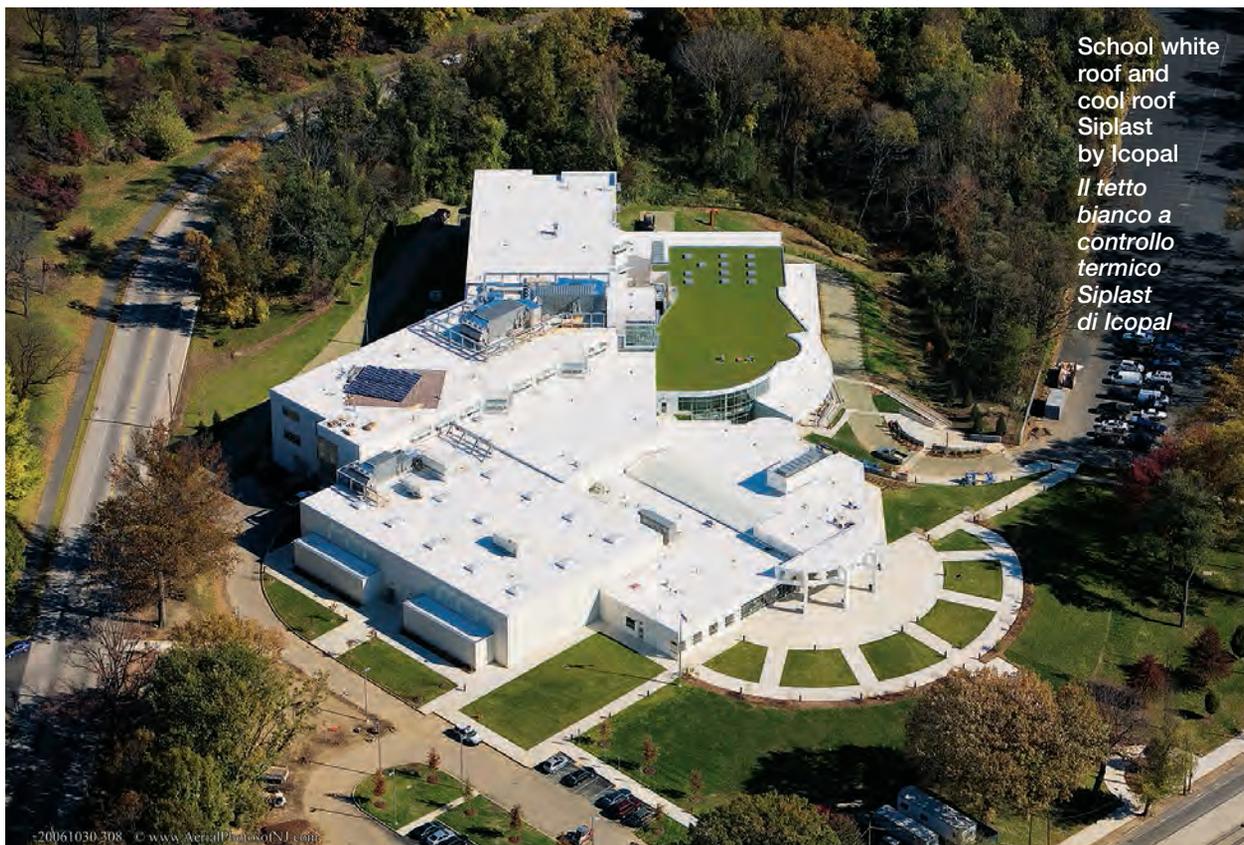
The Solar Reflectance Index (SRI) measures the relative temperature of a surface compared to the standard white (SRI = 100) and standard black (SRI = 0) under the standard solar and ambient conditions. SRI is not a temperature scale (since SRI increases as surface temperature decreases), but rather a coolness scale in which SRI = 0 means as hot as standard black, and SRI = 100 means as cool as standard white (SRI values can be less than 0 or greater than 100).

### **HOW MUCH CAN COOL ROOFS REALLY HELP?**

The USA has led the way in the testing and promotion of cool roofs and one study by Levinson and Akbari suggests that the energy consumed by air-conditioning units in buildings can account for more than 20 per cent of total energy consumption in some Western countries. They also report that increasing the solar reflectance index of a roof from 0.20 to 0.55 could yield annual cooling energy saving of 5.02kWh/m<sup>2</sup> across the USA. This could reduce carbon dioxide emissions by 3.02kg/m<sup>2</sup><sup>[3]</sup>.

In Europe there are fewer studies published, however, the European Cool Roofs Project supported by Intelligent Energy Europe undertook a number of case studies across Europe demonstrating that cool roofs could save 10-40% cooling energy. Indoor temperatures could be reduced by up to 4°C, depending on the climatic conditions<sup>[4]</sup>.

Professor Mat Santamouris states that "going from a dark black to an aged white roof (a solar reflectance of at least 40 points) could offset 300kg's of CO<sub>2</sub>. A typical house of approximately 100m<sup>2</sup> of roof area could therefore offset 30 tonnes of CO<sub>2</sub>." He goes on to compare these values to everyday objects "an average car emits about 4 tonnes of CO<sub>2</sub> per year which means installing a cool roof as described above could offset 8 years of the emission from a car. If everyone in the world did this, potentially the amount of CO<sub>2</sub> offset is staggering, it's about 130 – 150 billion tonnes"<sup>[5]</sup>.



School white roof and cool roof Siplast by Icopal  
Il tetto bianco a controllo termico Siplast di Icopal

In Europa non sono stati pubblicati numerosi studi, ma il Progetto Cool Roof Europeo, patrocinato dall'Intelligent Energy Europe ha condotto una serie di casi studio in Europa dimostrando che i tetti a controllo termico possono far risparmiare il 10-40% di energia utilizzata per il raffreddamento.

Le temperature interne possono essere diminuite di 4°C, in base alle condizioni climatiche presenti<sup>[4]</sup>.

Il prof. Mat Santamouris ha affermato che passando da un tetto di colore nero scuro a uno bianco (con riflettanza solare di almeno 40 punti) si risparmiano 300 kg di CO<sub>2</sub>. Una casa tipica con circa 100 m<sup>2</sup> di superficie del tetto può quindi far risparmiare 30 tonnellate di CO<sub>2</sub>. Ha poi confrontato questi valori con oggetti

d'uso quotidiano: "Un'automobile media può emettere circa 4 tonnellate di CO<sub>2</sub> all'anno, il che significa che l'applicazione di un tetto a controllo termico come descritto sopra, può effettivamente ridurre le emissioni per un totale pari alle emissioni di un'automobile per 8 anni. Se ciascuno di noi facesse così in tutto il mondo, la quantità potenziale di CO<sub>2</sub> risparmiata sarebbe veramente sorprendente: 130-150 miliardi di tonnellate<sup>[5]</sup>."

Anche Dr. Hashem Akbari ha confermato che sarebbero necessari 20 anni per rinfrescare tutte le città del mondo, ogni tetto dovrebbe essere infine sostituito con un tetto a controllo termico. Si taglierebbero i costi del condizionamento dell'aria e si vivrebbe meglio. Se tutti facessero questa scelta, nel giro di 20 anni il mercato sarebbe saturo e la riduzione di CO<sub>2</sub> sarebbe sufficiente a controbilanciare le emissioni di tutte le automobili esistenti nel mondo per i successivi 50 anni<sup>[6]</sup>.

È quindi importante per tutte le parti interessate considerare i vantaggi che i tetti a controllo termico possono offrire ad un edificio in fase di progettazione, di specificazioni o di costruzione. I vantaggi possono concretizzarsi sia in un edificio di nuova costruzione oppure in un edificio non nuovo da ristrutturare. Queste tecnologie possono essere adottate spesso in modo non laborioso e senza opere di ristrutturazione particolarmente estese.

#### RIDURRE L'EFFETTO ISOLA TERMICA NELLE CITTÀ

Le isole termiche possono nascere all'interno di aree urbane create utilizzando materiali assorbenti, con carenza di aree verdi e limitata ventilazione.

In base alla ricerca compiuta dall'Università di Atene<sup>[6]</sup>, le isole termiche urbane incrementano la temperatura di 1-10°C, contribuendo a creare una serie di inconvenienti:

Dr Hashem Akbari also confirmed that "It would take about 20 years to make all the cities in the world cool, every roof needs to be changed eventually and if these are replaced with a cool roof... you save on air conditioning, and you would have outside comfort. Now if everybody does that, within about 20 years we would saturate the market. Then the CO<sub>2</sub> savings would be enough to offset the emissions from all the existing cars that we have in the world for the next 50 years"<sup>[5]</sup>. It is therefore important for stakeholders to consider the benefits that cool roofing could offer to a building they have given planning consent to, have specified, are designing or building. The benefits can be realised for both new buildings yet to be constructed or older buildings due to be refurbished. These technologies can often be applied easily and without extensive renovations.

#### REDUCING THE URBAN HEAT ISLAND EFFECT

Heat islands can be caused by urban areas being created using absorbing materials, a lack of vegetation and low urban ventilation rates.

According to research conducted by the University of Athens<sup>[6]</sup>, urban heat islands increase the temperature of urban areas by 1-10°C. This increased temperature can contribute to a number of issues:

- Decreased level of personal comfort (even at night)
- Increased cooling load of buildings
- Increased peak electricity demand at the hottest part of the day
- Higher concentrations of pollutants.

Research suggests that the temperature of some cities is increasing. For example, the number of hours that the temperature was above 30°C in Athens has increased by 30-40% for the months of July and August during 1999 – 2004 when compared to the same months for the period 1977 – 1989. In

- Grado inferiore di confort personale (anche di notte)
- Superiore carico di energie utilizzate per il raffreddamento
- Domanda massima di elettricità nelle ore più calde della giornata
- Superiore concentrazione di sostanze inquinanti.

Questo studio suggerisce che la temperatura in alcune città è in aumento; ad esempio il numero di ore in cui la temperatura ad Atene è superiore ai 30°C è aumentato del 30-40% nei mesi di luglio e di agosto nel periodo dal 1999 al 2004 rispetto agli stessi mesi nel periodo dal 1977 al 1989. A Tokyo il numero di notti in cui la temperatura supera i 25°C è aumentato in modo drammatico da circa <15 giorni prima del 1960 a più di 30 giorni nel 2000. L'ente che rifornisce energia elettrica a Tokyo ha stimato che l'aumento di 1°C della temperatura in città e dintorni potrebbe dar luogo a un incremento della domanda di energia pari a 1,8 giga watt, equivalente a due reattori nucleari di grandezza media, con un costo potenziale pari a circa 2,5 miliardi di dollari.

Tutti gli abitanti residenti in città potrebbero quindi riscontrare un vantaggio di enormi proporzioni riducendo le temperature urbane e l'effetto isola termica. La diminuzione dell'apporto di energie utilizzate per il raffreddamento e della domanda di elettricità per l'effetto delle isole termiche potrebbe quindi accrescere il grado di confort e il risparmio. L'installazione dei tetti a controllo termico che riflettono l'energia solare dalle superfici ridurrebbe la quantità di energia solare assorbita e la quantità di energie per raffreddare gli ambienti interni.

#### PROGETTARE SOLUZIONI DI "TETTI FRESCHI" A CONTROLLO TERMICO

Esistono molte soluzioni di tetti a controllo termico sul mercato ed ECRC è in grado di fornire all'utenza interessata dati dettagliati sui prodotti dedicati. Il database prodotti ECRC contiene informazioni precise sui prodotti catalogati e l'ente può agevolare le autorità governative locali o nazionali fornendo contatti con le istituzioni accademiche per verificare i vantaggi potenziali forniti dalla riduzione dell'effetto isola termica.

Le organizzazioni gestite da ingegneri e tecnici potranno inoltre utilizzare i software dedicati all'elaborazione di soluzioni ambientali industriali standard per consentire a chi redige le specifiche di valutare l'impatto esercitato dai tetti a controllo termico sugli edifici. Essi teorizzano, ad esempio un modello, la domanda di energia annua, la temperatura di ambienti interni, i carichi massimi di consumi energetici e i requisiti termici di una struttura edile dotata o meno di un tetto a controllo termico.

#### EUROPEAN COOL ROOFS COUNCIL

I principi ispiratori di ECRC sono stati supportati dall'IEE Project Cool Roofs. Si tratta di un'associazione europea non-profit le cui iniziative sono coordinate e finanziate dagli associati. È un'organizzazione volontaria che arreca valore promuovendo le caratteristiche vantaggiose dei prodotti per copertura a tetto con controllo termico a legislatori, assicuratori, consumatori e altre parti interessate. ECRC sostiene che questi prodotti possono effettivamente offrire un valido contributo all'attenuazione dei cambiamenti climatici, degli effetti delle isole termiche incrementando la sostenibilità delle strutture edili.

Come obiettivo primario di ECRC sarà promosso un Product Rating Programme che è attualmente allo stadio finale di pianificazione. Grazie a questo programma i produttori di prodotti per tetti a controllo termico potranno etichettare vari prodotti basati su valori di radiazione classificati secondo tabelle registrate da ECRC. Gli enti preposti alla codificazione, gli architetti, i proprietari di immobili e gli addetti alle specifiche potranno contare sui dati di classificazione forniti da ECRC nel Product Rated Programme.

Tokyo the number of nights where the temperature exceeds 25°C has increased dramatically from approximately <15 days before 1960 to above 30 days in 2000. The Tokyo Electrical Power Company estimated that a 1°C rise in temperature in the Tokyo area could increase energy demand by 1.8 giga watts, this is equivalent to two medium-sized nuclear reactors which could potentially cost in the region of \$2.5bn.

Those living in cities could therefore benefit hugely from reducing urban temperatures and the heat island effect in their locality. Reducing cooling loads and peak electricity demand attributed to heat islands could potentially increase comfort levels and save cooling energy. Installing cool roofs to reflect the sun's energy from building surfaces therefore, could reduce the amount of solar energy absorbed and the amount of energy required to cool the interior space.

#### DESIGNING WITH COOL ROOFS

There are many cool roofing solutions available in today's market and the ECRC can provide details of members products for any interested stakeholders. The ECRC rated products database will also contain details of rated products. The ECRC can also help local or national governments with contacts in academia to understand the potential benefits of reducing heat island effects.

Building engineering organisations will often be able to use industry standard environmental solutions software to allow the specifier to assess the impact of cool roofs on a building. They will theoretically model, for example, annual energy demands, interior temperature, peak cooling loads and heating requirements to be made for a building with a cool roof and a non-cool roof.

#### EUROPEAN COOL ROOF COUNCIL

The foundation of the ECRC was supported by the IEE Project Cool Roofs, it is a non-profit European association whose initiatives are driven and paid for by its members. It is a voluntary organization that brings value by promoting the benefits of cool roofing products to regulators, policy makers, consumers and other stakeholders.

The ECRC advocates that cool roof products can make an important contribution to mitigate climate change, reduce the urban heat island effect and increase the sustainability of buildings.

At the core of the ECRC will be its Product Rating Programme which is currently in the final stages of planning. Under the programme roofing product manufacturers will be able to label various roof surface products with radiative property values rated under a strict programme administered by the ECRC. Code bodies, architects, building owners and specifiers can rely on the rating information provided in the ECRC Product Rated Programme.

#### REFERENCES

- [1] International Energy Agency; Transition to Sustainable Buildings, Strategies and Opportunities to 2050; 2013
- [2] International Energy Agency; Key World Energy Statistics 2013; 2013
- [3] Potential benefits of cool roofs on commercial buildings: conserving energy, saving money, and reducing emission of greenhouse gases and air pollutants; Ronnen Levinson and Hashem Akbari; 14 March 2009
- [4] Cool Roof Case Studies in EU Level; Promotion of Cool Roofs in the EU; 2007
- [5] Quotation obtained from <http://coolroofcouncil.eu/welcome.php>
- [6] The Problem of Heat Islands in Urban Areas; M. Santamouris, University of Athens; 2011.