New acrylic technology for bright Cool Roof on bitumen

Nuova tecnologia delle acriliche per Cool Roof luminosi su bitume

Massimo Longoni, Engineered Polymer Solutions - EPS Europe

INTRODUCTION

Cool Roofs have become very popular in recent years because they are able to reflect solar heat and maintain a cool surface under direct sunlight. This behavior has been proven to have an impact on the cooling of the interior of buildings, thus reducing energy consumption, reducing costs and improving quality of life. This has been confirmed in multiple case studies[1].

The use of Cool Roofs can be beneficial, not only in warm climates, but also in moderate to cool climates due to a substantial reduction in peak energy demand. The savings due to peak energy demand reduction have been quantified and average between 10 and 30% on an annual base[2].

An additional benefit of Cool Roofs is the positive impact on roof durability associated with lower maintenance costs. The reduced fluctuation in temperature and consequent decrease in thermal stress can prolong the service life of roofs.

BITUMEN ROOFS

Roof coatings are generally applied as part of a covering system or to repair, maintain and renovate old roofs. The main role of these coatings is to provide weather protection to the original roof surface. Low-slope roofs, representing 60% of the market, can be produced with many different materials from polyurethane foams to single ply membranes, metal or bitumen. The latter were very common in the past and, even though usage has decreased in recent years, bitumen roofing is still frequently encountered in the market & will typically undergo multiple renovations during the lifetime of the roof.

One very peculiar and unique issue linked to bitumen roofs is asphalt bleed through, commonly known as "tobacco juicing". Light oils present in the asphalt used in bitumen roofs tend to exude from the material and can quickly diffuse

INTRODUZIONE

I Cool Roof sono molto diffusi da anni perché possono riflettere il calore solare e mantenere la superficie fresca quando è esposta alla luce diretta del sole. Questa risposta ha dimostrato di esercitare un impatto sul raffreddamento degli interni degli edifici con conseguente riduzione dei consumi energetici, dei costi in generale e con un miglioramento della qualità della vita. Ciò è stato confermato in numerosi casi studio[1]. L'utilizzo dei Cool Roof può essere molto vantaggioso, non soltanto in aree a clima mite, ma anche più fresche per la sostanziale riduzione della richiesta massima di energia. I risparmi derivanti dalla riduzione della richiesta massima di energia è stata quantificata con una media fra il 10 e il 30% su base annuale[2]. Un vantaggio aggiuntivo offerto dai Cool Roof è l'impatto positivo sulla durabilità del tetto, associata a costi di manutenzione inferiori. La minore fluttuazione delle temperature e il conseguente decremento delle sollecitazioni termiche possono prolungare la vita utile dei tetti.

I TETTI DI BITUME

I rivestimenti dei tetti sono applicati generalmente come parte integrante di una copertura oppure per riparare, conservare o rinnovare vecchi tetti. La funzione principale di questi rivestimenti è fornire protezione dagli agenti atmosferici alla superficie del tetto originale. I tetti a pendenza ridotta, che rappresentano il 60% dell'offerta sul mercato, possono essere prodotti con molti materiali differenti, variabili dalla schiuma poliuretanica a singole membrane a foglio, di metallo o bitume. Questi ultimi erano molto diffusi in passato e, nonostante il loro utilizzo sia diminuito in questi ultimi anni, le coperture di bitume si trovano ancora di frequente sul mercato, le quali vengono sottoposte ad opere di rinnovamento multiple nel corso della vita utile del tetto.

to the surface of an applied coating. These oils have a strong coloring effect which quickly turn any white or light colored roof coating applied on top of a bitumen roof to a cappuccino color, adversely affecting the performance of the Cool Roof itself.
The binder in the coating is the key element in limiting bleed through in bitumen roofs. The EPS Research and Development laboratories have synthesized a new acrylic binder with the right balance of properties to be effective in blocking bleed through related to bitumen roofs. The new binder EPS® 719 plays a key role in the formulation of effective and long lasting bright Cool Roof coatings on bitumen roofs.
In the subsequent pages two experimental sections are covered. In the first experimental section the performance of different acrylic binders is compared in terms of their ability to block asphalt bleeding. In the second and last section the same binders were compared in terms of their ability to withstand dirt pickup.

EXPERIMENTAL SECTION 1: BINDER BLEED BLOCK COMPARISON

Different binders used in a coating for asphalt roofs are compared. The tests focus on the coating colour stability and are helpful in determining the best option to retain the original white/light colour of a Cool Roof. Table 1 lists the binders tested and their specifications.
The product is a new acrylic binder; in developing it close attention was paid to the impact of the different aspects of permeability on the migration of substances through polymer films. Binders Ref. B and Ref. C are water-based acrylics available in the market and recommended for roof coating formulations.
The test samples are prepared applying three different layer thickness, 750, 1000, and 1250 micron wet film thickness (WFT). The coating is applied in one layer on bitumen membrane and dried for seven days in standard conditions (23 °C and 65% relative humidity). The Bleed Block behaviour is investigated according to the following test. The colour change dE is determined after 250h, 500h and 1500h in QUV[a] and is measured with a spectrophotometer[b].

Tab. 1 - Specifications of the tested binders

Binder *Legante*	Solids (%) *Solidi (%)*	pH	Technology *Tecnologia*	MFFT (°C)
EPS® 719	55	7.5-8.5	Acrylic *Acrilico*	0
Ref. B	60	7.0-8.5	Acrylic *Acrilico*	<1
Ref. C	55	9.0-10.0	Acrylic *Acrilico*	0

Tab. 1 - Specifiche delle resine testate

Una problematica molto particolare e unica, correlata ai tetti di bitume è l'infiltrazione dell'asfalto, fenomeno noto con il nome di "chiazze di tabacco". Gli oli leggeri presenti nell'asfalto utilizzato nei tetti di bitume tendono ad essudare dal materiale e possono propagarsi velocemente sulla superficie di un rivestimento applicato. Questi oli producono un forte effetto colorante che trasforma velocemente qualsiasi rivestimento bianco o colorato, applicato sulla parte superiore di un tetto di bitume, in un color cappuccino, il quale influisce negativamente sulla prestazione del Cool Roof stesso.
Il legante del rivestimento è un elemento chiave per limitare l'infiltrazione nei tetti di bitume. I laboratori EPS hanno sintetizzato un nuovo legante acrilico che presenta un bilanciamento corretto delle proprietà che bloccano le infiltrazioni nei tetti di bitume. Il nuovo legante EPS® 719 gioca un ruolo chiave nella formulazione dei rivestimenti luminosi, duraturi ed efficaci dei Cool Roof sulle coperture di bitume.
Nelle pagine che seguono sono descritte due parti sperimentali. Nella prima, la prestazione di vari leganti acrilici viene confrontata nei termini della loro capacità di bloccare le infiltrazioni dell'asfalto. Nella seconda e ultima parte, gli stessi leganti sono stati confrontati per quanto concerne la loro capacità di resistere all'assorbimento di impurità.

PARTE SPERIMENTALE 1: CONFRONTO FRA I LEGANTI CHE BLOCCANO L'INFILTRAZIONE

Sono stati confrontati vari leganti utilizzati in un rivestimento per tetti di asfalto.
I test si sono concentrati sulla stabilità del colore del rivestimento e sono utili a determinare la migliore tecnica per conservare il colore originale chiaro/bianco di un Cool Roof. In Tabella 1 sono elencati i leganti analizzati con le loro specifiche. Il prodotto è un nuovo legante acrilico; nelle attività di svi-luppo è stata posta un'attenzione speciale all'impatto esercitato dalle varie caratteristiche della permeabilità sull'evaporazione di sostanze attraverso i film polimerici.
I leganti Rif. B e Rif. C sono acriliche a base acquosa disponibili sul mercato e consigliate per le formulazioni di rivestimenti per tetti.
I campioni dei test sono

The results of Bleed Block behaviour are summarized in Figure 1. The importance and influence of the polymer used on the final performance is again evident. It can be seen that Ref. B and Ref. C are outperformed by EPS® 719.
This behaviour is already clearly visible after 250 hours of aging – the ΔE of EPS® 719 is just 10% ca. of that of Ref B and C. After 500 and 1500 hours the difference in ΔE is even more marked.
The impact of layer thickness on ΔE was also evaluated. Our finding was that layer thickness does not influence the performance as expected (Fig. 2). The Bleed Block behaviour is slightly improved with thicker coating layers. The new binder outperforms Ref. B and Ref. C even when

Fig. 1 - BB behavior after 250, 500 and 1500 hours

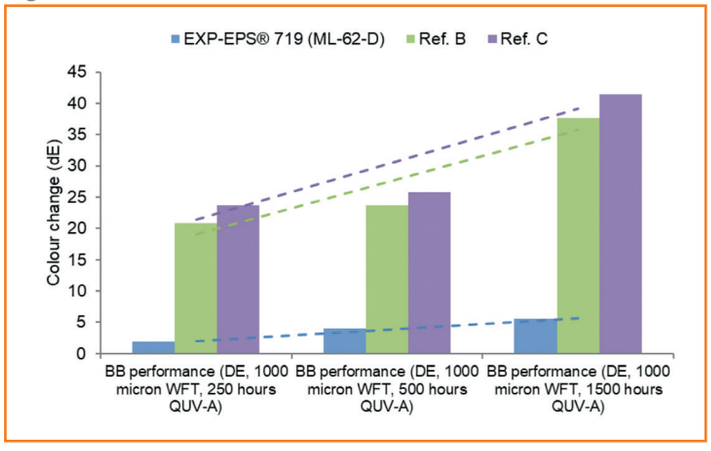

Fig. 1 - Risposta di BB dopo 250, 500 e 1500 ore

stati preparati applicando strati con spessori differenti, pari a 750, 1000 e 1250 micron del film bagnato (WFT). Il rivestimento viene applicato come strato sulla membrana di bitume ed essiccato per sette giorni in condizioni standard (23°C e con il 65% di umidità relativa). La risposta di blocco delle infiltrazioni è stata studiata con il seguente test. La variazione di colore dE è stata determinata dopo 250 h, 500 h e 1500 h in QUV[a] ed è stata misurata con uno spettrofotometro[b].
I risultati della risposta al blocco delle infiltrazioni sono elencati in Figura 1. L'importanza e l'influsso esercitato dal polimero utilizzato sulla prestazione finale sono stati evidenziati chiaramente. Si osserva che i Rif. B e C sono superati da EPS® 719. Questa risposta è già visibile dopo 250 ore di invecchiamento – il valore ΔE di EPS® 719 è pari a solo il 10% circa di quello del Rif. B e C. Dopo 500 ore e 1500 ore la differenza di ΔE è ancora più marcata. E' stato inoltre valutato l'impatto esercitato dallo spessore su ΔE. Quel che si è scoperto è che lo spessore dello strato non influisce sulla prestazione, come previsto (Fig. 2). La risposta al blocco dell'infiltrazione si è rivelata migliore nel

Fig. 2 - Layer thickness influence on BB behavior

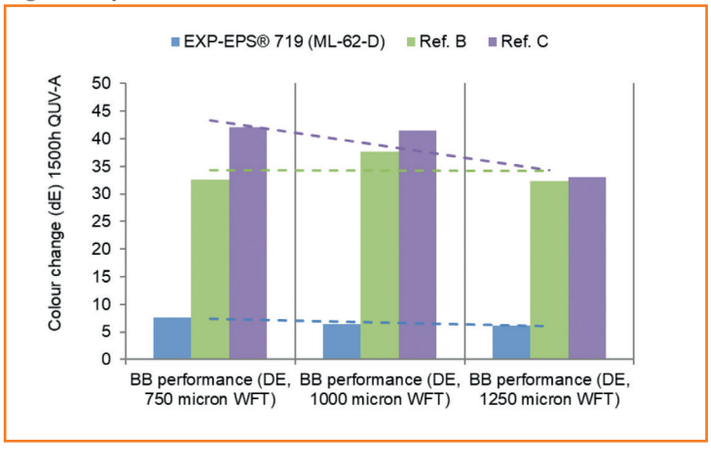

Fig. 2 - Influsso esercitato dallo spessore dello strato sulla risposta di BB

Fig. 3-4 - chalking after 1500 hours of QUV of Ref.B sample

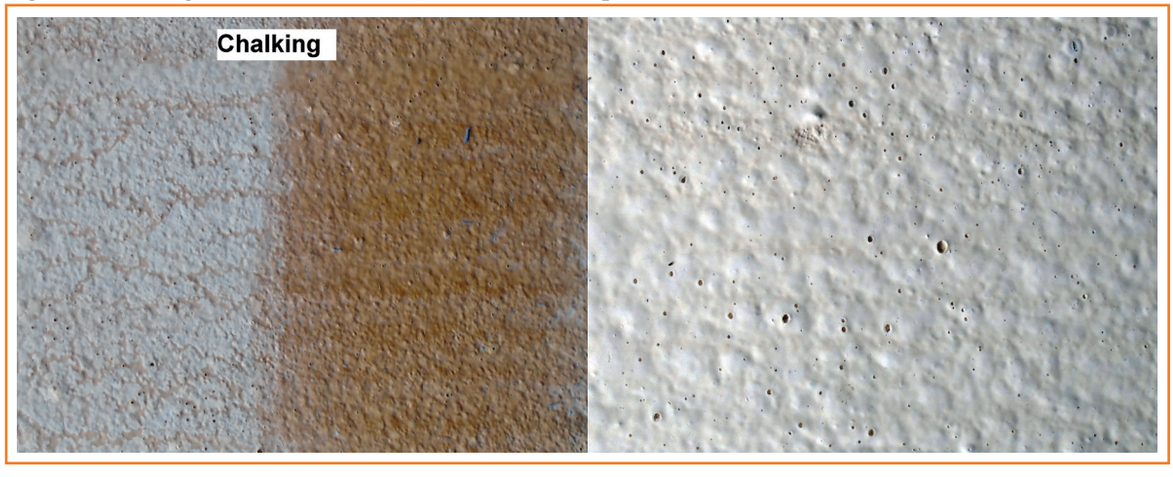

Fig. 3-4 - Sfarinamento dopo irraggiamento QUV della durata di 1500 ore del campione Rif. B

40% less material is applied.
Color change, ΔE, measured for EPS® 719, application 750 micron WFT, is 75% lower than Ref. B and C, application 1250 micron WFT.
In addition to the difference in ΔE Ref. B and Ref. C samples show significant chalking after 1500 hours of accelerated aging. There is no evidence of chalking with EPS® 719.
In addition to the difference in ΔE Ref. B and Ref C samples show evident chalking after 1500 hours of accelerated aging, EPS® 719 does not exhibit any sign of chalking (Fig. 3 and 4). The excess of exudate from bitumen may have a negative impact on the long term performance of the coatings based on binders with inadequate bleed blocking properties.

EXPERIMENTAL SECTION 2: BINDER DIRT PICKUP COMPARISON

Not only does tobacco juicing negatively influence the Cool Roof efficiency, it also increases the likelihood of dirt pickup. The higher the tendency of the coating to become dirty, the worse the Cool Roof efficiency will be in the long term.

caso di strati di rivestimento con spessore superiore.
Il nuovo legante supera in prestazione i Rif. B e C anche nei casi in cui venga applicato il 40% di materiale in meno. La variazione di colore, ΔE, misurato per EPS® 719, con applicazione di 750 micron WFT, è inferiore del 75% rispetto ai Rif. B e C, con applicazione di 1250 micron WFT.
Oltre alla differenza di ΔE per i rif. B e C, i campioni presentano uno sfarinamento significativo dopo 1500 ore di invecchiamento accelerato. Al contrario, non vi è prova di sfarinamento con EPS® 719, infatti non mostra alcun segno di questo fenomeno (Figg. 3 e 4). L'eccesso di essudato dal bitume potrebbe esercitare un impatto negativo sulla prestazione a lungo termine dei rivestimenti a base di leganti, dotati di proprietà anti-infiltrazioni inadeguate.

PARTE SPERIMENTALE 2: CONFRONTO FRA I LEGANTI CON ASSORBIMENTO DI IMPURITÀ

Non soltanto le macchie di tabacco influiscono negativamente sull'efficienza del Cool Roof, ma esse aumentano le probabilità di assorbimento delle impurità. Quanto più alta è la tendenza del rivestimento a sporcarsi, tanto peggiore risulta l'efficacia del Cool Roof a lungo termine.

The dirt pick up resistance of the coatings is determined using the following test method. Coating samples are applied on black Leneta charts at a coat weight of 500 micron WFT and dried 7 days in standard conditions (23°C and 65% RH). The test samples, 5x10 cm^2, are then submerged in a black solution consisting out of 4% of black colorant in demineralised water, and left for 24, 48 hours and 1 week. Thereafter the samples are rinsed with demineralised water and dried with a cloth. Dirt pick up is determined measuring the colour change with a spectrophotometer[b] between the part of coating film submerged in the dirt solution and the part in air. NB – test method Figure 5 and 6 summarizes/reports the results of the dirt pick up test. EPS® 719 shows lower dirt pick up compared to the commercial references. It is interesting to note that there seems to be a correlation between Bleed Block behaviour and dirt pick up resistance.

La resistenza all'assorbimento di impurità dei rivestimenti viene determinata utilizzando il seguente metodo di test. I campioni di rivestimento vengono applicati su schede Leneta nere con uno strato dal peso di 500 micron WFT, essiccato per 7 giorni in condizioni standard (23°C e 65% Umidità relativa). I campioni del test, 5 x 10 cm^2, vengono poi immersi in una soluzione nera costituita dal 4% di colorante nero in acqua demineralizzata e lasciati a riposo per 24, 48 ore e 1 settimana. In seguito, i campioni vengono sciacquati con acqua demineralizzata ed essiccati con un panno. L'assorbimento delle impurità viene determinato misurando le variazioni di colore con uno spettrofotometro[b] fra la parte di film di rivestimento immerso nella soluzione di impurità e la parte esposta all'atmosfera. NB – metodo di test.
Nelle Figure 5-6 sono riportati i risultati del test di assorbimento di impurità. Il legante presenta un minore assorbimento rispetto ad altri materiali in commercio.

Fig. 5 - 24 hours dirt pick up color change, ΔE

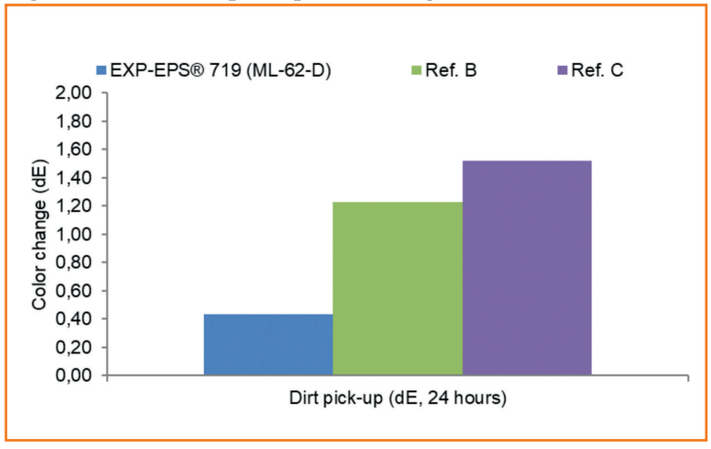

Fig. 5 - 24 ore di assorbimento delle impurità, variazione colore, ΔE

Fig. 6 - 48 hours dirt pick up color change, ΔE

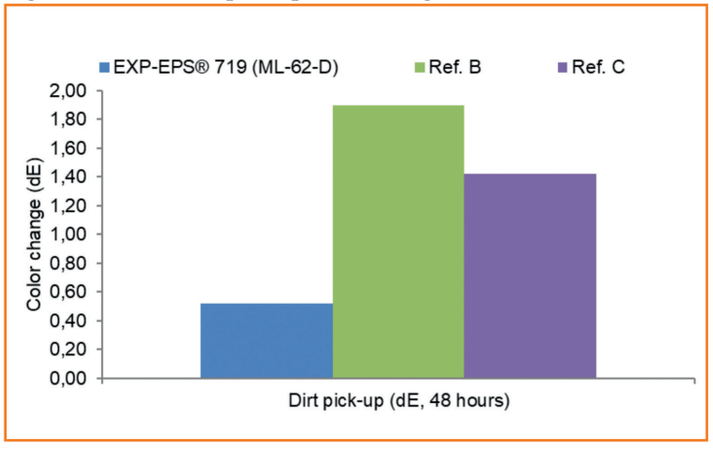

Fig. 6 - 48 ore di assorbimento delle impurità, variazione colore, ΔE

Appendix A - Roof coating test formulation

Water / *Acqua*	12.00	Grind *Griglia*
Cellulose ether / *Etere di cellulosa*	0.20	
Neutralizing agent / *Agente neutralizzante*	0.40	
Dispersing agent / *Agente disperdente*	1.00	
Defoamer / *Antischiuma*	0.30	
Titanium dioxide / *Biossido di titanio*	5.20	
Barium sulphate / *Solfato di bario*	34.50	
Defoamer / *Antischiuma*	0.40	Let down *Formulazione*
LATEX	42.20	
Solvent / *Solvente*	0.60	
Biocide (in-can) / *Biocida (in-barattolo)*	0.20	
Glycol / *Glicole*	1.00	
Water / *Acqua*	2.00	
	100.00	

Appendice A - Formulazione test del rivestimento per tetti

CONCLUSION

In order to maintain an effective Cool Roof coating on asphalt/bitumen roofs it is necessary to use a coating that will effectively resist asphalt bleed-through. In formulating coatings for bitumen bleed blocking there are several important aspects to consider. The most critical of these is the choice of binder. EPS® 719 shows outstanding Bleed Block behaviour making it an excellent candidate for use in renovating asphalt/bitumen roofs. In addition to the excellent bleed block resistance, the binder has a very high dirt pickup resistance. Once the appropriate resin is selected, the formulation can then be optimized to boost the overall performance of the coating system.

REFERENCES

1 - ECRC. Cool Roofs case studies in EU level. http://coolroofcouncil.eu/files/downloads/scientific//ECRC_EU_CASE_STUDIES.pdf.
2 - Cutting Peak Electrical Demand with Reflective Roof Coatings. https://www.roofcoatings.org/wp-content/uploads/2017/10/RCMA-White-Paper-Peak-Energy-Demand.pdf.

E' interessante osservare che sembra vi sia correlazione fra la risposta al blocco delle infiltrazioni e la resistenza all'assorbimento delle impurità.

CONCLUSIONI

Al fine di conservare l'efficienza del rivestimento Cool Roof sui tetti di asfalto/bitume è indispensabile utilizzare un rivestimento che resista efficacemente al sanguinamento dell'asfalto. Nella formulazione dei rivestimenti che bloccano gli oli essudati dal bitume, esistono molti importanti aspetti da prendere in considerazione.
Il più critico di questi è rappresentato dalla scelta del legante. EPS® 719 fornisce una eccellente risposta al blocco del sanguinamento, tale da essere considerato un candidato eccellente per l'utilizzo nelle operazioni di ristrutturazione dei tetti di asfalto/bitume.
Infatti, questo prodotto offre un'altissima resistenza all'assorbimento di impurità oltre all'eccellente resistenza al sanguinamento. Una volta selezionata la resina appropriata, la formulazione può essere ottimizzata per intensificare la prestazione del sistema di rivestimento.