

# Inorganic pigments for solar heat reflection and energy saving properties

## Pigmenti inorganici per il riflesso del calore dei raggi solari e il risparmio energetico

Team Nubiola

Asphalt driveways, shingled roofs, and black cars have something in common: out in the sun, they are quite hot, because dark colours absorb a big quantity of the infrared radiation of the sun.

A lot of energy is needed in cooling houses and cars, but there is a growing interest in energy saving and in economically preferred products. How can we solve this dilemma? Cool Color® pigments, a development by Ferro, stay much cooler in the sunlight. They offer you a great possibility to decrease the undesirable absorption in the IR region. Ferro Cool Color® pigments reflect the infrared light to a big extent, while still appearing as intensely coloured as comparable conventional pigments.

So cool does not mean "white"! Certainly objects coloured white have a high reflectivity of sunlight, but modern design requires colours, including very dark shades.

### COOL COLORS

Objects coloured with Cool Color® pigments stay cooler. Several other advantages result from this fact:

- improved comfort levels for building occupants
- lower air conditioning costs, energy saving
- cooler cities
- the coloured parts are less subject to thermal expansion and contraction
- increased service life
- less product degradation
- intense colours available.

### HOW DOES INFRARED REFLECTION WORK?

Approximately half of the radiation of the sun lies within the

*Le strade asfaltate, i tetti stratificati e le macchine di colore nero hanno qualcosa in comune: sotto il sole si surriscaldano perché i colori scuri assorbono una gran parte dei raggi infrarossi del sole. Per rinfrescare le abitazioni sono indispensabili ingenti quantità di energia, motivo per cui continua a crescere l'interesse per il risparmio energetico e per prodotti dai costi contenuti. Come risolvere questo dilemma dunque?*

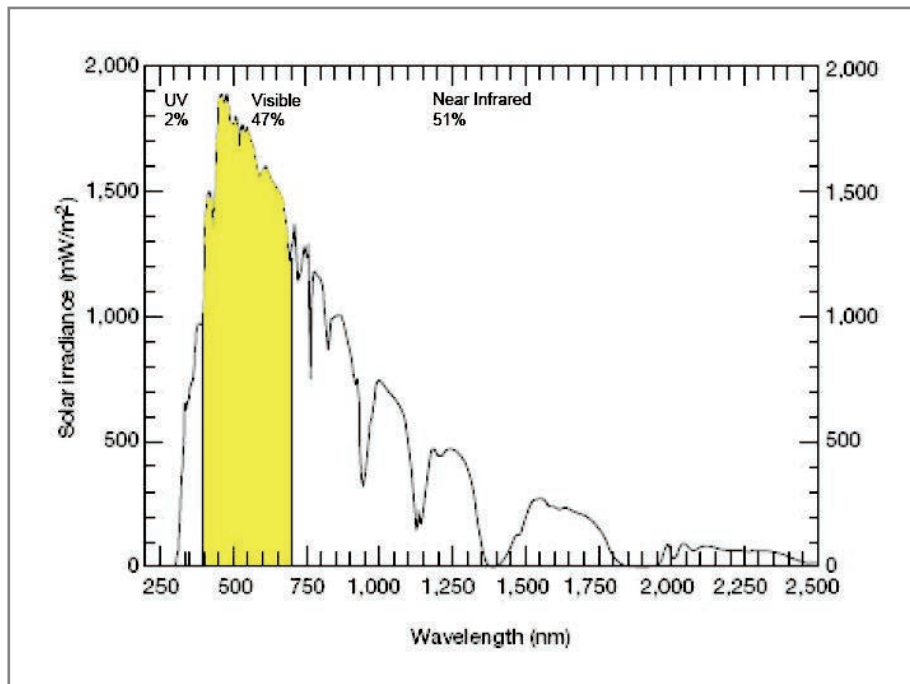
*I pigmenti Cool Color®, sviluppati da Ferro, mantengono temperature moderate sotto il sole. Essi offrono infatti la possibilità effettiva di ridurre l'assorbimento indesiderato delle radiazioni nell'area IR.*

*Questi pigmenti riflettono in grande misura i raggi IR pur conservando la loro tinta intensa come i pigmenti tradizionali equivalenti. Quindi l'aggettivo "fresco" non sta per "bianco". Certamente gli oggetti colorati di bianco sono dotati di un elevato potere riflettente dei raggi solari, ma le strutture moderne richiedono colori, compresi quelli di tonalità scura.*

### COLORI FRESCI

*Gli oggetti colorati con i pigmenti Cool Color® conservano la loro freschezza. Da ciò ne derivano ulteriori vantaggi:*

- un confort maggiore per chi abita in questi edifici
- costi di condizionamento dell'aria inferiori e risparmio energetico
- città meno calde
- le parti colorate sono meno soggette all'espansione e alla contrazione termica
- una durata utile superiore



**Fig. 1 Solar radiation spectrum**  
*Spettro delle radiazioni solari*

infrared region (Figure 1).

The infrared radiation emitted by the sun is absorbed by roofs, walls, facades, and the like, leading to a heat build-up inside.

Figure 2 illustrates the energy transfer from the out-side inside the building. All energy that is not reflected, convected or re-emitted, is conducted into the inside of the building and thus increases the interior temperature.

One possibility to work against this increasing temperature is a higher reflectance of the exterior surface of the building by coating it with a pigment that shows high infrared reflectance.

#### PROPERTIES AND APPLICATION

Figure 3 shows the solar reflectance spectra of the Cool Color® pigments, measured in a PVDF system.

While still a major portion of the visible light is absorbed and the pigment appears brightly coloured, the biggest difference to conventional pigments can be found in the infrared area.

The IR reflective pigments of the Cool Color® range reflect the infrared radiation to a great extent, almost as good as the white pigment ti-

- un deterioramento inferiore del prodotto
- conservazione di colorazioni intense.

#### COME AGISCE IL POTERE RIFLETTENTE DEI RAGGI INFRAROSSI?

Circa la metà delle radiazioni solari appartiene alla regione degli infrarossi (Figura 1). I raggi infrarossi emessi dal sole sono assorbiti dai tetti, dai muri, dalle facciate e di conseguenza, determinano un accumulo di calore interno.

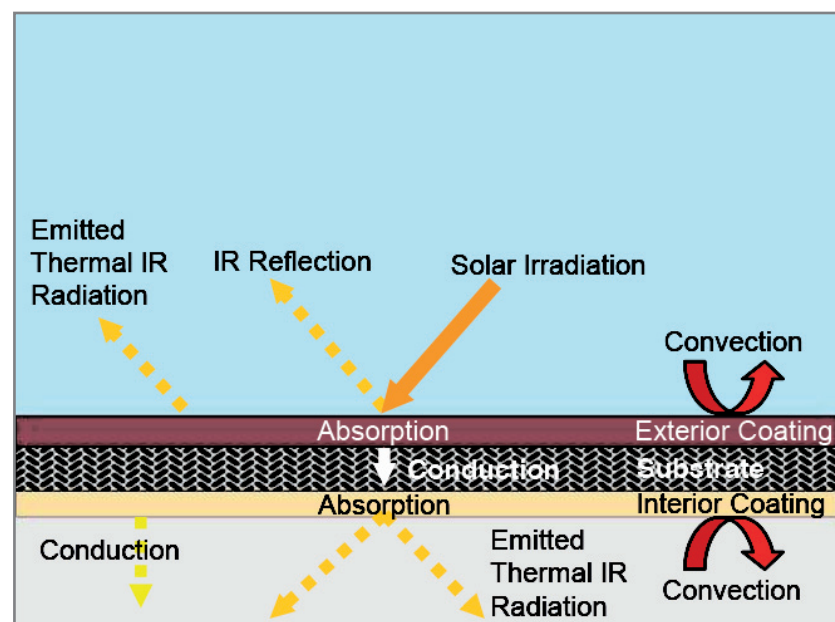
Nella Figura 2 è rappresentata la trasmissione di energie dall'esterno all'interno delle strutture edili.

Tutta l'energia che non viene riflessa, trasferita per convezione o riemessa, viene trasferita all'interno della struttura edile aumentando di conseguenza la temperatura interna.

Un modo per contrastare l'incremento della temperatura è potenziare il potere riflettente delle superfici esterne della struttura edile verniciandole con un pigmento che fornisca un'alta riflettanza dei raggi infrarossi.

#### PROPRIETÀ APPLICATIVE

In Figura 3 è rappresentato lo spettro solare dei pigmenti Cool Color®, misurato in un sistema PVDF.



**Fig. 2 Energy transfer in buildings**  
*Trasmissione dell'energia in una struttura edile*

tanium dioxide, whereas carbon black or other black pigments absorb almost all infrared light. Therefore objects coated with pigments do not absorb as much solar energy and stay cooler. Of course every pigment has a different reflectance spectrum. The percent of solar reflectance is the important figure. Whereas carbon black has a solar reflectance of 5%, the solar reflectance of Ferros Cool Color® pigments is significantly higher.

Cool Color® pigments are currently used in a number of different applications such as building exteriors, "cool roofs", vinyl siding, automobiles, industrial coatings – shortly: in all applications where solar heat reflection and energy saving properties are desired.

All Cool Color® pigments can be mixed with each other. Together with titanium dioxide, a full colour palette can thus be achieved.

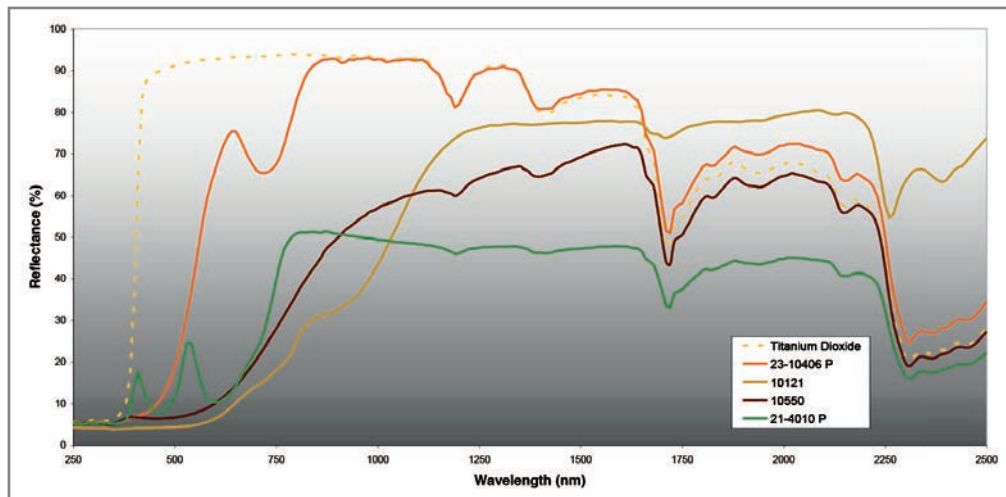
**APPLICATIONS**

Although originally, Ferro scientists began to work on pigments with selective reflection and absorption for other applications many years ago, we are today finding commercial applications for this technology in various areas. Several research studies have been conducted to investigate the level of energy saving in buildings with cool roofs. The studies show that the cooling energy use in buildings can be reduced by more than 15%, when the solar reflectance is increased from a typical value between 10 and 20% to 50%. In a comparative study, different coatings on two otherwise identical elementary school buildings in Georgia, USA, were tested. The infrared reflection of one of the buildings was increased from 12 to 29%.

For this building, energy savings of more than 12% were stated. In a study from Athens, the increasing heat island effect in urban areas is investigated.

The heat island effect is causing more and more discomfort, energy demand and the formation of smog. Infrared reflecting pigments were found to lower the surface as well as near surface air temperatures.

The surface temperature can be up to 10 °C lower, and the air temperature up to 1.6 °C lower. The pigments are incor-



**Fig. 3 Reflectance spectra of the Cool Color® pigments (masstone), with spectrum of carbon black (Pigment Black 7) and titanium dioxide (Kronos RN 56) for comparison**  
*Spettro di riflettanza dei pigmenti Cool Color® (tono intero) comparati con lo spettro del carbon black (Pigment Black 7) e del biossido di titanio (Kronos RN 56)*

*Mentre una parte considerevole della luce visibile viene assorbita e il pigmento appare di un colore brillante, la differenza principale nel confronto con i pigmenti convenzionali può essere riscontrata nell'area degli infrarossi.*

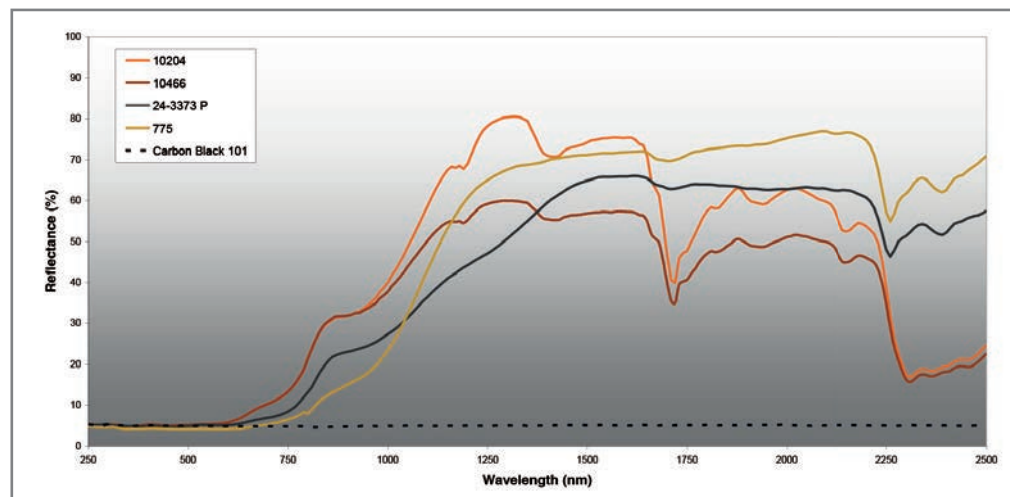
*I pigmenti che riflettono i raggi IR di questa serie agiscono in modo molto efficace quasi come il pigmento bianco di biossido di titanio, al contrario dei carbon black o di altri pigmenti neri che assorbono quasi tutti i raggi infrarossi.*

*Di conseguenza, gli oggetti rivestiti con questi pigmenti non assorbono tale quantità di energia solare, mantenendo temperature più fresche. Ovviamente ogni pigmento presenta un proprio spettro di riflettanza. La quantità percentuale di questa riflettanza rappresenta il valore principale. Mentre il carbon black è dotato di un potere riflettente pari al 5%, la riflettanza dei raggi solari di questi pigmenti è molto più elevata.*

*I pigmenti Cool Color® sono utilizzati in varie applicazioni come le parti esterne degli edifici, i "cool roof", i rivestimenti di vinile, automobili, rivestimenti industriali, in breve, in tutte le applicazioni in cui siano richiesti il potere riflettente del calore del sole e il risparmio energetico. Tutti questi pigmenti possono essere miscelati e insieme al biossido di titanio è possibile ottenere tutta la gamma di colori.*

**APPLICATIONS**

*Sebbene in passato, molti anni addietro, gli esperti di*



**Fig. 4 Reflectance spectra of the Cool Color® pigments (masstone), with spectrum of carbon black (Pigment Black 7) for comparison**  
**Spettro di riflettanza dei pigmenti Cool Color® (tono intero) comparati con lo spettro del carbon black (Pigment Black 7)**

porated into pastes or other coating materials. Alternatively, the pigments may directly be used in building materials. Not only in the building sector, but also in the automotive area there is a big need for reflective coatings. Cool Color® pigments can have advantages in the coatings of car shells, seats and dashboards.

*In uno studio comparato, sono stati esaminati diversi rivestimenti applicati in due scuole elementari della Georgia, USA. Il potere riflettente dei raggi infrarossi di uno degli edifici era aumentato dal 12 al 29%.*

*Per questo edificio, si è riscontrato un risparmio energetico superiore al 12%. In una ricerca condotta ad Atene*

*è stato studiato l'accrescimento dell'effetto isola termica nelle aree urbane. Questo effetto causa sempre più disagio, innalza la domanda energetica e favorisce la formazione dello smog. I pigmenti che riflettono gli infrarossi hanno dimostrato di ridurre le temperature dell'aria della superficie e dell'area circostante la superficie.*

*La temperatura superficiale può essere inferiore di ben 10 °C e la temperatura dell'aria di 1,6 °C.*

*I pigmenti vengono*

Pigment Pigmento	Colour Index Colour Index No. Indice colore Indice colore num.	Composition Composizione	CAS No.	EINECS No.	Solar Reflectance Riflettanza solare
23-10406 P	Brown 24 / 77310	Ti-Sb-Cr	68186-90-3	269-052-1	~ 57%
10121	Brown 29 / 77500	Fe-Cr	12737-27-8	235-790-8	~ 28%
10550	Yellow 164 / 77899	Ti-Sb-Mn	68412-38-4	270-185-2	~ 37%
21-4010 P	Green 17 / 77288	Cr	1308-38-9	272-713-7	~ 29%
10204	Green 17 / 77288	Cr-Fe	68909-79-5	272-713-7	~ 31%
10466	Green 17 / 77288	Cr-Fe	68909-79-5	272-713-7	~ 27%
24-3373 P	Green 17 / 77288	Cr-Fe	68909-79-5	272-713-7	~ 29%
775	Green 17 / 77288	Cr-Fe	68909-79-5	272-713-7	~ 24%

**Tab. 1 Technical data**  
**Dati tecnici**



BMW launched its 1 series convertible with infrared reflecting pigments in the coating of the leather upholstery, in order to prevent the seats from heating up. Cool Color® pigments can also enhance the comfort of leather clothing in summer. A simple experiment shows the different temperature behaviour of conventional inorganic pigments and Cool Color® pigments. The pigments are incorporated into PVC and processed into panels. On their backside a thermocouple measures the temperature, while being heated with a lamp. In the example shown in Figure 5, a brown RAL shade, the temperature of the Cool Color® pigment is 30 °C lower than that of the conventional brown pigment.

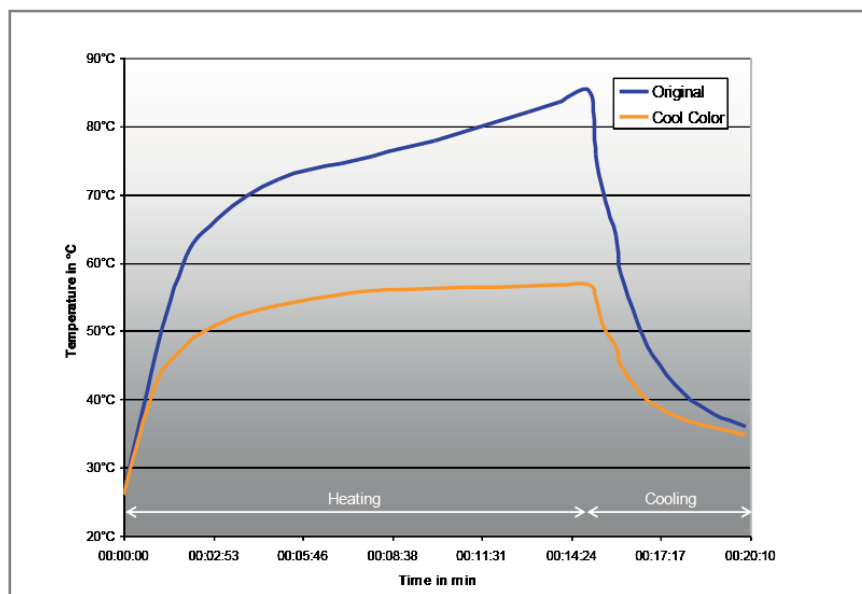
**PIGMENT PROPERTIES**

In addition, Cool Color® pigments from Ferro show many other positive features. They have excellent heat and weathering resistance, lightfastness, opacity, and they are chemically inert. In most applications they are non-warping and non-bleeding.

The inherent properties of these pigments allow for a wide range of end uses. Applications include many different kinds of polymers, high quality industrial coatings, coil coating, powder and high heat resistant coatings, weatherproof facade coatings, silicate coatings and stuccos.

Table 1 shows how even dark shades are available with high infrared reflectivity. All Cool Color® pigments can be mixed with each other. Together with titanium dioxide, a full colour palette can thus be achieved.

The matching of specific RAL colours is also possible.



**Fig. 5 Comparison of two coated panels with RAL shade 8028**  
**Paragone di 2 pannelli verniciati con tonalità RAL 8028**

*incorporati nelle paste o in altri materiali di rivestimento e, in alternativa, i pigmenti possono essere utilizzati direttamente nei materiali da costruzione.*

*La forte esigenza di utilizzare rivestimenti dotati di potere riflettente non è sentita soltanto nel settore delle costruzioni, ma anche in quello automobilistico. I pigmenti Cool Color® possono offrire vantaggi ai rivestimenti dei telai delle automobili, sedili e parabrezza.*

*BMW ha lanciato la prima serie di convertibili costituiti da pigmenti che riflettono gli infrarossi nei rivestimenti delle tappezzerie in pelle in modo da prevenire il surriscaldamento dei sedili.*

*I pigmenti Cool Color® possono anche accentuare il comfort dei rivestimenti in pelle durante il periodo estivo. Un semplice esperimento ha dimostrato la diversa risposta termica dei pigmenti inorganici convenzionali e dei pigmenti Cool Color®.*

*I pigmenti vengono incorporati nel PVC e trattati nei pannelli. Nella parte posteriore, una termocoppia misura la temperatura di una parte riscaldata con una lampada.*

*Nell'esempio presentato nella figura 5, la tonalità marrone RAL, la temperatura del pigmento Cool Color® è inferiore a 30 °C rispetto a quella del pigmento marrone convenzionale.*

**PROPRIETÀ DEL PIGMENTO**

*Oltre a quanto esposto sopra, i pigmenti di Ferro offrono molti altri vantaggi: forniscono una eccellente resistenza al calore e all'esposizione alle intemperie, fotostabilità, opacità oltre ad essere chimicamente inerti.*

*Nella maggior parte delle applicazioni essi non si increspano e non lisciviano.*

*Le proprietà intrinseche di questi pigmenti permettono una vasta gamma di utilizzi.*

*Le applicazioni includono molte diverse tipologie di polimeri, di rivestimenti industriali di alta qualità, coil coatings, rivestimenti in polvere e ad alta termoresistenza, rivestimenti di facciate impermeabili, a base di silicati e stucchi.*

*La tabella 1 con i dati tecnici mostra come anche le tonalità più scure sono disponibili nella versione ad alto potere riflettente.*

*Tutti i pigmenti Cool Color® possono essere miscelati insieme.*

*In questo modo, con il biossido di titanio, è possibile ottenere una gamma di colori completa.*

*E' inoltre possibile l'abbinamento di colori RAL specifici.*