

Las tejas con circón reducen el efecto isla de calor urbano

El desarrollo sostenible se ha convertido en el mantra de nuestros tiempos, viviendo como vivimos en un mundo enfrentado a los desafíos ambientales cada vez mayores de la industrialización, la urbanización y una población mundial en aumento. Arquitectos y especificadores se esfuerzan por crear edificaciones con una huella ambiental mínima, pero sin olvidar diseños extraordinarios y elevados estándares de vida. Puede que no resulte inmediatamente obvio, pero el circón desempeña un papel cada vez más importante en la consecución de dichos objetivos.

Como mineral natural, las propiedades únicas del circón son harto conocidas en la industria de la cerámica: su elevado índice de refracción garantiza su uso como opacificante para aumentar la blancura y el brillo de las baldosas, mientras que su dureza y resistencia química aseguran que las superficies cerámicas sean resistentes a arañazos y daños químicos. Las baldosas con circón se utilizan desde hace mucho tiempo para adornar paredes y suelos en casas y edificios de todo el mundo. Sin embargo, estudios recientes muestran que las baldosas con circón, cuando se usan como parte de la capa externa de una edificación, pueden también reducir la huella ambiental del edificio al reflejar la energía solar y disminuir la demanda de refrigeración interna. El estudio *Thermal Performances of Ceramic Glazes Containing Zircon*, realizado por la **Zircon Industry Association (ZIA)** y el **Centro Cerámico (Bologna)**, demuestra claramente que el circón puede ayudar a arquitectos y prescriptores de la construcción a reducir la huella ambiental de los edificios que diseñan y construyen, permitiéndoles cumplir con las normas de construcción ecológica y apoyando sus apuestas para lograr la acreditación LEED (Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental) para sus diseños.

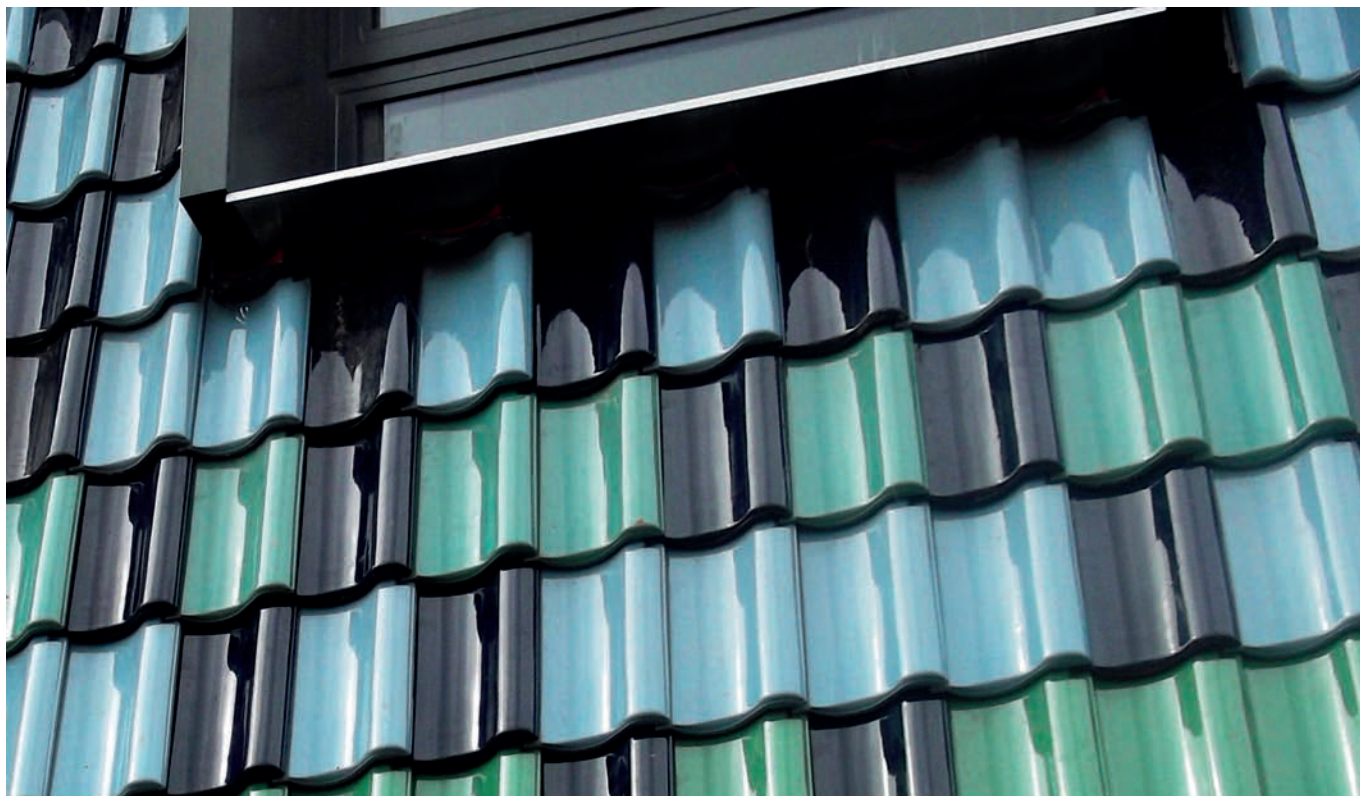
❖ El efecto isla de calor urbano

En las últimas décadas, los arquitectos han luchado para combatir el efecto isla de calor urbano generado en numerosas ciudades. Los materiales con los que se han construido estas metrópolis, como hormigón, acero y asfalto, absorben el calor del sol y lo almacenan en grandes masas térmicas. Esto, así como el calor residual generado por el consumo de energía, hace que la temperatura en las ciudades sea más elevada que en las áreas rurales cercanas. Como resultado, muchas ciudades de todo el mundo son en verano incómodamente cálidas y, cuando todo el mundo pone en marcha sus aires acondicionados, el consumo de energía aumenta y también las emisiones de CO₂ a la atmósfera.

Los arquitectos, prescriptores y sus clientes aspiran a mitigar este efecto térmico a través de sus diseños y de los materiales que emplean. A lo largo de los años, una de las soluciones para abordar el calor urbano ha sido diseñar capas de edificios que utilizan «materiales fríos» con propiedades muy reflectantes. Es el concepto conocido como «techo frío». Está demostrado que el uso de materiales para tejados con una gran reflectancia solar y elevada emisividad térmica rebaja la temperatura interior de los edificios en unos 2,5 °C, reduciendo así la necesidad de refrigeración de los edificios en verano en, por ejemplo, hasta un 43% en Florida y un 30% en Roma. Esto permite ahorros significativos en costes de energía y una reducción considerable de las emisiones de CO₂.

❖ Materiales fríos

Los arquitectos y prescriptores tienen a su disposición una amplia gama de materiales fríos. Pinturas en aerosol y cubiertas, membranas impermeables, betún polimérico, láminas onduladas y baldosas cerámicas son los materiales con gran reflectancia que se prefieren para la construcción de cubiertas frías. Las pinturas más eficaces son blancas, con una elevada reflectancia solar y una excelente emisividad térmica. Sin embargo, en los últimos años los estudios se han centrado en el rendimiento a largo plazo de estos materiales. Las pruebas en entornos al aire libre ponen de manifiesto que, debido a la exposición a agentes atmosféricos y a la acumulación de impurezas, la reflectancia solar de los techos que utilizan membranas bituminosas recubiertas con pintura acrílica fría se reduce en casi un 50% en dos años. Por consiguiente, los recubrimientos fríos exigen un lavado periódico, mantenimiento o tratamientos de restauración; todos ellos procesos muy costosos y prolongados en el tiempo. Sin embargo, las baldosas cerámicas cuentan, en general, con una duración y resistencia mucho mayor al daño atmosférico y, con un aumento de la reflectancia solar, podrían ofrecer una solución con menor mantenimiento.



Tejas de colores con circon
Coloured roof tiles containing zircon (Photo: Smithbrook Building Products, Ltd.)

Las baldosas cerámicas se someten a diversas pruebas de calidad durante el proceso de certificación; entre otras, ciclos de congelación-descongelación (ISO 10545-10), choque térmico (ISO 10545-9) y solidez a la luz de los colores (DIN 51094). Estas pruebas muestran que las baldosas de gres porcelánico no sufren variaciones colorimétricas ni reducción de la reflectancia solar debida a la radiación ultravioleta o a los choques higrotérmicos. Ahora se sabe también que la incorporación de circon, que favorece la reflectancia solar, a las baldosas cerámicas aumenta de manera importante su potencial como material para tejados fríos de poco mantenimiento, siendo más duradero en términos de resistencia al deterioro y al desgaste. Asimismo, se pueden diseñar esmaltes cerámicos con un acabado que incrementa la eficacia de lavado de las baldosas, reduciendo significativamente los costes de mantenimiento general.

El estudio reciente examinó los efectos de añadir circon a esmaltes cerámicos de diversos colores; entre otros, negro, marrón, azul, verde y amarillo. Tanto en laboratorio como mediante ensayos de campo, se añadió circon a 36 muestras de baldosa como opacificante directamente en la fórmula del esmalte (hasta un 10%) y como componente de fritada (hasta un 6,6%). Se calculó el índice de reflectancia solar (SRI) para todas las muestras. También se determinaron las combinaciones colorimétricas para evaluar cualquier variación de color debido a la presencia del circon. El rendimiento térmico de las muestras se controló de manera automática cada 30 minutos en un

entorno al aire libre durante los cálidos meses del verano italiano (junio-septiembre de 2018).

En general, los resultados de las pruebas realizadas sobre las muestras de baldosas cerámicas esmaltadas ponen de manifiesto que agregar circon aumenta el índice de reflectancia solar (SRI) del esmalte, efecto todavía más pronunciado cuando se añade circon como opacificante. Además, a medida que el contenido de circon en el esmalte aumenta, el valor SRI se incrementa de manera lineal en todos los colores de este estudio. El aumento en SRI es mayor en términos de porcentaje cuando se utiliza circon como opacificante, y mayor en términos absolutos cuando el circon se emplea como componente de fritada. El aumento en el porcentaje SRI es más pronunciado en los colores más oscuros (negro, marrón y azul) cuando se emplea circon como opacificante. El esmaltado negro vio un aumento del SRI de un 90% cuando se añadió un 10% de circon, mientras que el marrón tuvo un aumento del 43%, el azul un incremento del 45%, el verde de un 33%, el amarillo de un 23% y la baldosa blanca un aumento del 21% en SRI.

El control de la temperatura de la superficie de las baldosas cuando están al aire libre expuestas a la radiación solar confirmó que los valores más elevados de los parámetros de brillo y reflectancia solar de la superficie esmaltada se debían totalmente a la adición de circon. En estos ensayos de campo se observó un descenso claro en las temperaturas de superficie

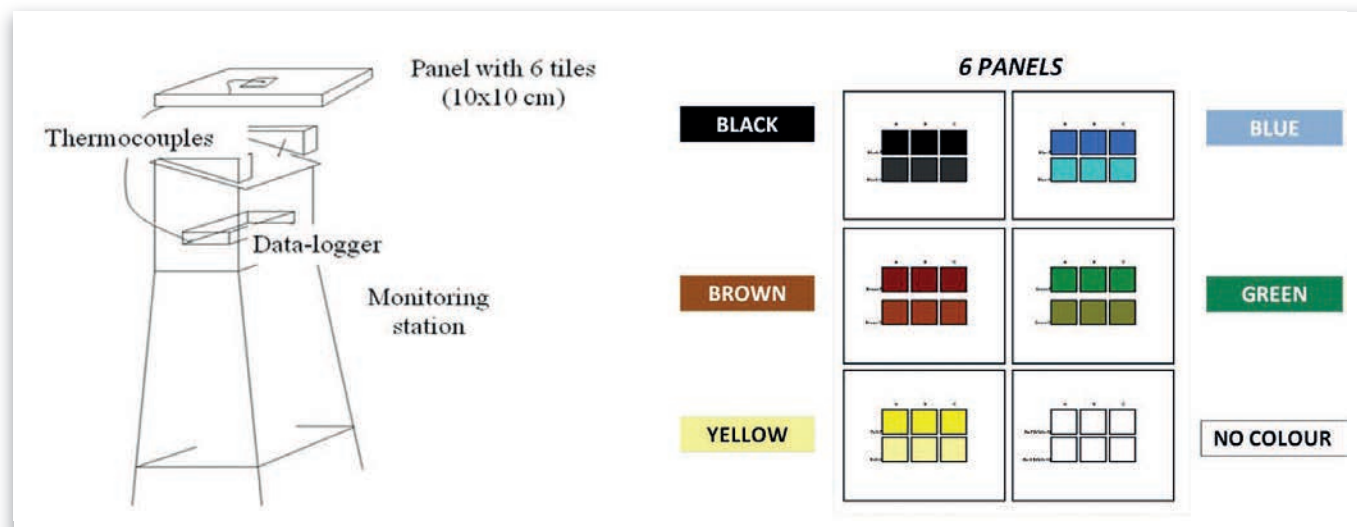


Gráfico 1. Representación de la estación de control (izquierda) y de los 6 paneles con muestras de diferentes colores (derecha).
 Figure 1. Representation of the monitoring station (left) and of the 6 panels with samples of different colours (right).

(esto es, un efecto de enfriamiento) para los esmaltes en los que se empleó circón como componente de fritas. Se descubrió que la composición de fritas con un 3,3% de circón era la más eficaz para el enfriamiento.

El Gráfico 2 muestra el control de la temperatura de superficie de las muestras esmaltadas en negro. El gráfico revela que la muestra de baldosa negra con un 3,3% de circón en la fritas, al exponerse a radiación solar, mantiene temperaturas de superficie de hasta 5 °C menos en comparación con otras muestras con esmalte negro.

El estudio llegó a la conclusión de que agregar circón aumenta el efecto de enfriamiento en la composición de esmaltes para baldosas cerámicas. Estas baldosas con circón, si se utilizan como revestimiento en edificaciones, podrían mejorar el confort térmico en el edificio, al reducir la demanda de energía y, en comparación con otras alternativas en el mercado, como las pinturas, son capaces de reducir los costes de mantenimiento gracias a su elevada resistencia al desgaste, a la suciedad y a las manchas.

❖ Circón: la solución sostenible

Ahora que se intensifica la búsqueda de soluciones sostenibles en nuestro mundo moderno, los consumidores son más conscientes que nunca del impacto de su estilo de vida. Aunque sabemos que las tejas con circón pueden ofrecer una solución sostenible como «material frío» para capas de edificios, sus credenciales ambientales no acaban ahí.

Un reciente análisis de ciclo de vida (ACV) para la arena de circón llegó a la conclusión de que el circón tiene en general un impacto ambiental menor que la alúmina, una alternativa al

circón como opacificante (o blanqueador) en baldosas cerámicas. Así que, además de las ventajas técnicas obvias del circón como su elevada opacidad, mejor resistencia a la abrasión de las superficies y a ataques químicos, así como su facilidad de uso durante la producción de baldosas, las credenciales ambientales del circón se han cuantificado ahora por primera vez: el potencial de calentamiento global, utilizado para cuantificar el cambio climático, resultó ser un 16% menor con circón que con alúmina, mientras que el potencial de acidificación (conectado a la lluvia ácida) fue un 21% menor y el potencial de eutrofización, asociado a emisiones por aire, fue un 23% menor. El análisis de escenarios demostró que estas conclusiones seguirían siendo válidas incluso si se permite la variabilidad y se aplican los peores supuestos para la mezcla de circón y los mejores supuestos para la mezcla de alúmina. El potencial de agotamiento abiótico (elementos), medida del agotamiento de recursos naturales, fue aproximadamente un 50% menor con el uso de mezclas de baldosas que contienen circón.

❖ Usted decide

Minimizar el impacto ambiental de cómo vivimos es un asunto global. Este estudio muestra que al elegir de manera activa baldosas con circón para las capas de un edificio, los arquitectos, diseñadores y sus clientes pueden reducir significativamente el impacto ambiental general del edificio, al tiempo que minimizan el mantenimiento requerido con el paso del tiempo. El estudio sobre esmaltes cerámicos para tejas frías, junto con la reciente Evaluación del Ciclo de Vida de la arena de circón, demuestra el valor y el beneficio del circón como material en el mundo moderno de hoy y del mañana. Si desea más información sobre los estudios de investigación encargados por ZIA, visite su sitio web www.zircon-association.org o escriba a ZIA (enquiries@zircon-association.org). ♦

Zircon-containing roof tiles reduce urban heat island effect

Sustainable development is something of a mantra of our times, living as we do in a world facing ever-increasing environmental challenges from industrialisation, urbanisation and a rising global population. Architects and specifiers strive to create buildings with minimal environmental footprints, while still affording stunning designs and high standards of living. It may not be immediately obvious, but zircon plays a growing role in reaching these goals.

As a natural mineral, zircon's unique properties are well known in the ceramics industry: its high refractive index ensures its use as an opacifier that increases the whiteness and brightness of tiles, while its hardness and chemical resistance ensures that ceramic surfaces are resistant to scratching and chemical damage. Zircon-containing tiles have long been used to adorn the walls and floors of homes and buildings across the globe. However, recent research has shown that zircon-containing tiles, when used as part of a building's outer envelope, can also reduce the environmental footprint of the building by reflecting solar energy and lowering demand for internal cooling. The study, *Thermal Performances of Ceramic Glazes Containing Zircon*, conducted by the **Zircon Industry Association** and the **Centro Ceramico (Bologna)**, clearly demonstrates that zircon can help architects and construction specifiers to lower the environmental footprint of the buildings they design and build, enabling compliance to Green Building Standards and supporting bids to achieve LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) accreditation for their designs.

The urban heat island effect

For the past few decades, architects have battled to combat the urban heat island effect generated in many cities. The materials on which these metropolises are built, such as concrete, steel and asphalt, absorb the sun's heat and store it in large thermal masses. This, as well as the waste heat generated by energy usage, ensures the temperature in cities is higher than nearby rural areas. The result is that many cities across the globe are uncomfortably warm in the summer months and, as everyone reaches for the air conditioning buttons, energy consumption rises and so too do CO₂ emissions into the atmosphere.

Architects, specifiers, and their clients strive to mitigate this heating effect through design and the materials they employ. Over the years, one of the solutions to address urban heating is to design building envelopes that utilise 'cool materials' with high reflective properties. The so-called 'cool roof' concept. It is widely proven that using roofing materials with high solar reflectance and high thermal emissivity can decrease the indoor temperature of buildings by about 2.5°C, thus reducing a building's summer cooling energy requirements, for example, by as much as 43% in Florida and 30% in Rome. This offers significant cost savings in terms of energy, but also a considerable reduction in CO₂ emissions.

Cool materials

There is an array of cool materials that architects and specifiers can use. Spray paints and sheaths, waterproof membranes, poly-bitumens, corrugated sheets and ceramic tiles are high-reflectance materials favoured for cool roof construction. The most effective paints are white, with high solar reflectance and excellent thermal emissivity. However, in recent years the focus has turned to the long-term performance of these materials. Tests in the outdoor environment show that, due to exposure to atmospheric agents and fouling, the solar reflectance of roofs using bituminous membrane coated with cool acrylic paint is almost halved within two years. Therefore, cool coatings have required periodic washing, maintenance, or restoration treatments, which are all costly and time-consuming. However, ceramic tiles have far greater overall durability and resistance to atmospheric damage and, with increased solar reflectance, could offer a lower maintenance solution.

Ceramic tiles undergo various quality tests, including freeze-thaw cycles (ISO 10545-10), thermal shock (ISO 10545-9) and solidarity of colours to light (DIN 51094), during their certification. These tests show that porcelain stoneware tiles do not undergo colourimetric variations or solar reflectance reduction due to UV radiation or hygrothermal shocks. It has now been shown that the addition of solar reflectance boosting zircon to ceramic tiles substantially improves their potential as a low maintenance cool roof material, which is more durable in terms of resistance to deterioration and wear. Ceramic surface glazes can also be designed with a finish that increases the tiles' cleaning performance, substantially reducing overall maintenance costs.

The recent study looked at the effects of adding zircon to ceramic glazes of various colours including black, brown, blue, green, and yellow. Carried out both on a laboratory scale and by field trials, zircon was added to 36 tile samples both as an opacifier directly into the glaze formulation (up to 10wt%) and as frit component (up to 6.6 wt%). The solar reflective index (SRI) was calculated for all samples. The colorimetric coordinates were also determined to evaluate any colour variation due to the presence of zircon. The thermal performance of the samples was automatically monitored every 30 minutes in an outdoor environment during the hot Italian summer months (June to September 2018).

Results of tests carried out on the samples of glazed ceramic tiles show that, in general, an addition of zircon increases the solar

reflectance index (SRI) of the surface glaze, the effect being more pronounced when zircon is added as an opacifier. Also, as the zircon content in the glaze increases, the SRI value increases linearly for all colours in this study. The increase in SRI is greater in percentage terms when zircon is used as an opacifier, and greater in absolute terms when zircon is used as a frit component. The SRI percentage increase is more pronounced for darker colours (black, brown, and blue) when zircon is used as an opacifier. The black glaze saw an SRI increase of 90% when 10wt% zircon was added, while brown saw a 43% increase, blue a 45% increase, green a 33% increase, yellow a 23% increase and the white tile saw a 21% increase in SRI.

Monitoring of the tiles' surface temperature when exposed outdoors to solar radiation confirmed that the measured higher values of brightness and solar reflectance parameters of the surface glaze are entirely due to the addition of zircon. In these field trials, a clear decrease in surface temperatures (i.e. a cooling effect) was observed for glazes where zircon was used as a frit component. The frit composition containing 3.3% zircon was observed to be the most effective in cooling.

Figure 2 shows the monitoring of the surface temperature of black glazed samples. The graph shows that the black tile sample with 3.3% zircon in the frit when exposed to solar radiation maintains lower surface temperatures of up to 5 °C when compared to the other black glazed samples.

The study concluded that zircon addition increases the cooling effect in the composition of glazes for ceramic tiles. These zircon-containing tiles, if used as a building envelope, could improve the thermal comfort in the building by reducing energy demands and, compared to alternatives on the market, such as paints, are able to reduce maintenance costs thanks to their high resistance to wear, dirt and stains.

Zircon: the sustainable solution

As the drive for sustainable solutions in our modern world intensifies, consumers are more aware than ever before of the impact of their lifestyle choices. While we now know that zircon-containing roof tiles can offer a sustainable solution as a 'cool material' for building envelopes, their environmental credentials do not end there.

A recent Life Cycle Assessment (LCA) for zircon sand concluded that zircon has an overall low environmental impact and the impact is lower than alumina - an alternative to zircon as an opacifier (or whitener) in ceramic tiles. So, in addition to the clear technical advantages of zircon such as high opacity, better resistance to surface abrasion and chemical attack, and ease of use during tile production, the environmental credentials of zircon have now been quantified for the first time: the Global Warming

Potential, used to quantify climate change, was found to be 16% lower with zircon than alumina, while the Acidification Potential (linked to acid rain) was 21% lower and the Eutrophication Potential, associated with airborne emissions, was 23% less. Scenario analysis demonstrated that these conclusions would remain valid even when allowing for variability and making the 'worst-case' assumptions for the zircon mix and the 'best-case' assumptions for the alumina mix. The Abiotic Depletion Potential (elements) - a measure of the depletion of natural resources - was approximately 50% less when using zircon-containing tile mixes.

The choice is yours

Minimising the environmental impact of how we live is a global issue. This study shows that by actively choosing zircon-containing tiles for a building's envelope, architects, designers, and their clients can significantly reduce the overall environmental impact of the building, while minimising maintenance required over time. The study on ceramic glazes for cool roof tiles, coupled with the recent Life Cycle Assessment of zircon sand, demonstrates the value and benefit of zircon as a material in today's, and tomorrow's, modern world. More information on ZIA-commissioned research studies can be found on its website www.zircon-association.org or by contacting enquiries@zircon-association.org.

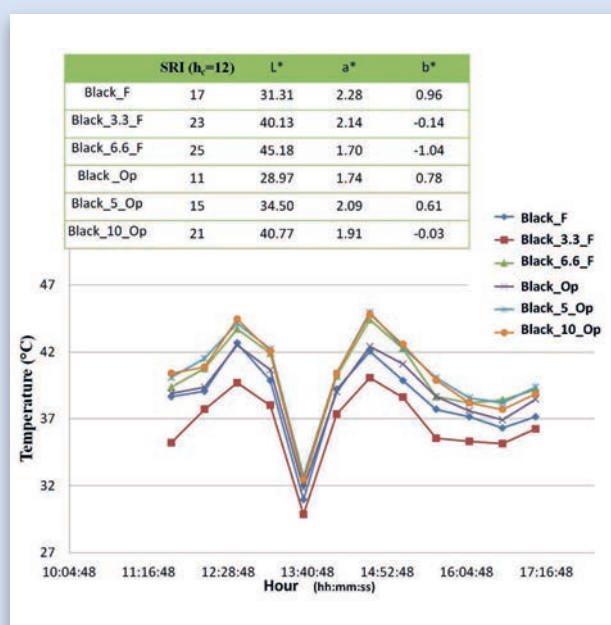


Gráfico 2. Valores SRI, combinaciones colorimétricas y curvas de variación de las temperaturas de superficie de esmaltes negros con circonio como opacificante (Op) o como frita (F), durante el control en un día soleado. Para los intervalos de horas considerados en el gráfico, la temperatura ambiente varió de 27 a 32 °C.

Figure 2. SRI values, colorimetric coordinates, and variation curves of the surface temperatures of black glazes containing zircon as opacifier (Op) or as frit (F), during monitoring on a sunny day. For hourly intervals considered in the figure, the ambient temperature varied from 27 to 32 °C.