

**SEDE**

Via Martelli, 26 - 40138 Bologna  
Tel. (051) 534015 - Fax (051) 530085

**CERTICER,  
LABORATORIO DI ZONA**

Via Valle D'Acosta, 1  
41049 Sassuolo  
Tel. (0536) 802154

Cód. IVA 0094778-0375

*Bolonia, 23 de julio de 2009*

**Graniti Fiandre S.p.A**  
**Via Radici Nord, 112**  
**42014 Castellarano (RE)**  
**ITALIA**

**Informe de los resultados del estudio:** azulejos cerámicos con superficie fotocatalítica

En el ámbito del estudio que Graniti Fiandre ha encargado al Centro Ceramico Bologna, se ha puesto a punto un producto, azulejo cerámico, con propiedades fotocatalíticas superficiales, y la correspondiente metodología de producción.

La actividad fotocatalítica, atribuida a la de los azulejos cerámicos, puede:

- degradar los diferentes contaminantes orgánicos (por ejemplo, hidrocarburos o VOC) e inorgánicos (por ejemplo, óxidos de nitrógeno);
- eliminar las distintas cepas bacterianas.

En el presente estudio se ha puesto a punto una nueva metodología para producir azulejos cerámicos con superficie fotocatalítica, diferente de las ya conocidas. En concreto, el polvo de titanio, utilizado como fotocatalizador, no es nanométrico, sino micrométrico. Se ha tomado esta decisión para evitar los riesgos que un tamaño nanométrico del polvo podría haber provocado en la salud humana, riesgos que podrían haberse evitado utilizando solamente sofisticados sistemas de producción. Asimismo, el proceso puesto a punto no ha previsto el uso de sistemas sol-gel, por la dificultad de su control a nivel industrial y por el peligro potencial de las emisiones de sustancias orgánicas durante la producción. En el presente estudio, se ha adherido el titanio a la superficie cerámica del azulejo mediante un adhesivo inorgánico intermedio, aplicado directamente en la superficie cerámica.

La actividad fotocatalítica del producto puesto a punto se ha valorado mediante pruebas específicas para la determinación de la actividad fotocatalítica, en fase líquida y gaseosa, y pruebas de resistencia al crecimiento bacteriano.

Los resultados indicados a continuación se han obtenido probando productos de un lote de azulejos cerámicos de Graniti Fiandre y denominados:

**"Extra White Naturale, superficie sin tratar, 60x30cm, producidas industrialmente en Castellarano (I), de acuerdo con la patente PCT/IB2009/006002".**

**- Actividad fotocatalítica en fase líquida**

La actividad fotocatalítica en fase líquida se ha valorado determinando la degradación con el paso del tiempo del compuesto orgánico, carmin índico (IC), mediante un espectrofotómetro (con una

longitud de onda de 610 nm). Las muestras cerámicas se han irradiado con una lámpara de vapor de mercurio de 9 W (Philips PL-S 9W/08/2P, NL) con  $\lambda_{\text{em.}} = 370$  nm. El índice de fotodegradación,  $\eta$ , se ha calculado de la siguiente manera (1):

$$\eta(\%) = \frac{C_0 - C_t}{C_0} \times 100 \quad (1)$$

donde  $C_0$  es la concentración inicial de IC, 1 ppm, y  $C_t$  es la concentración tras un periodo de tiempo de radiación definido. Los resultados del índice de fotodegradación,  $\eta$ , después de 30 horas, se indican en la Tabla 1.

Tabla 1

	$\eta$ %
Azulejo cerámico sin capa fotocatalítica	<10
Azulejo cerámico con capa fotocatalítica	70

#### - Actividad fotocatalítica en fase gaseosa

Las pruebas de fotocatalisis en fase gaseosa se ha realizado siguiendo la norma UNI-11247-2007. Las variaciones de la concentración de los óxidos de nitrógeno se han analizado mediante medidas de quermiluminescencia. La actividad fotocatalítica  $A_F$ , en m/h, se ha calculado de la siguiente manera (2):

$$A_F = \frac{C_H - C_L}{C_0} \times \frac{F}{S} \times I \quad (2)$$

donde  $C_H$  y  $C_L$ , en ppm, son las concentraciones de los óxidos de nitrógeno tras alcanzar un valor constante en la oscuridad y bajo radiación respectivamente,  $S$  es el área de la muestra, en  $m^2$ ,  $F$  es el flujo de gas en  $m^3/h$ , e  $I$  es la intensidad del flujo luminoso, obtenido trasladando la intensidad medida de manera experimental  $I'$  (en  $W/m^2$ ) a  $1000 W/m^2$ , correspondientes a aproximadamente 100000 Lux, valor medio que alcanza la luz solar a mediodía en el mes de julio ( $I=1000I'$ ). Los resultados de las pruebas de fotocatalisis en fase gaseosa se indican en la Tabla 2 en términos de eliminación de  $NO_x$  ( $NO_2+NO$ ) indicándose también los valores relativos a  $NO$ . Estos últimos valores son más fiables que los de  $NO_2$ , ya que la disminución de  $NO$  se debe exclusivamente al efecto fotocatalítico.

Tabla 2

$A_F$ , m/h	$NO_x$	$NO$
Azulejo cerámico sin capa fotocatalítica	23,3	31,4
Azulejo cerámico con capa fotocatalítica	69,4	107,3

El gas fluidificante contenía 0,55 ppm de  $NO_x$  (0,15 ppm de  $NO_2$  y 0,4 ppm  $NO$ ) con una velocidad de flujo de 1000  $cm^3/min$

**- Pruebas de resistencia al crecimiento bacteriano**

Las pruebas han permitido valorar cuantitativamente la supervivencia, en la superficie de las muestras cerámicas bajo radiación, de bacteria del tipo *Escherichia coli* ATCC 25922. El número de bacterias vivas se ha contado, después de 24 horas de tiempo de contacto bajo iluminación con una lámpara de 9 W de vapor de mercurio (Philips PL-S 9W/08/2P, NL) con  $\lambda_{\text{emite}} = 370$  nm. El porcentaje de supervivencia  $S$  se ha obtenido comparando el número de bacterias que han sobrevivido en la muestra de azulejo analizada,  $N_e$ , con el número presente en la superficie de un azulejo sin capa fotocatalítica,  $N_c$ , de la siguiente manera (3):

$$S = \frac{N_e}{N_c} \times 100 \quad (3)$$

Los resultados se indican en la Tabla 3.

Tabla 3

	Supervivencia, %
Azulejo cerámico sin capa fotocatalítica	100
Azulejo cerámico con capa fotocatalítica	0



El Director

(Sr. Giorgio Timellini - Profesor Ingeniero)