



# INFORME DE ENSAYO

Fundación CARTIF. Laboratorio de Análisis y Ensayos

lae@cartif.es

Nº IE-LAE-I-00038-17

Página 1 de 8

## OBJETIVO

Ensayo de eliminación de óxidos de nitrógeno en dos probetas de mortero tratadas con pintura fotocatalítica según la solicitud LAE-QUI-17-008-SE-002-131 y empleando un procedimiento interno desarrollado

empleando parámetros similares a los empleados en la norma ISO 22197-1:2007 (E).

Se busca realizar una identificación previa de la actividad fotocatalítica del material para evaluar de forma aproximada la clasificación que tendrían las probetas según la norma UNE 127197-1.

## INFORMACIÓN DEL CLIENTE

PERSONA DE CONTACTO: **ÁNGEL DÍAZ**

e-mail: **angel.diaz@proquice  
sa.com**

ORGANIZACIÓN: **PROQUICESA**

C.I.F.:

DIRECCIÓN: **CALLE BERGANTÍN 52 BAJO**

C.P.: **28220**

LOCALIDAD: **MAJADAHONDA**

PROVINCIA:

PAÍS: **ESPAÑA**

TFNO.: **916900067**

---

Puesto: Técnico

Puesto: Directora Técnica LAE

Nombre: Fco. Verdugo

Nombre: Anabel Elisa Ruiz

Fecha: 22/05/2017

Fecha: 22/05/2017

---



# INFORME DE ENSAYO

Fundación CARTIF. Laboratorio de Análisis y Ensayos

lae@cartif.es

Nº IE-LAE-I-00038-17

Página 2 de 8

## MUESTREO

REALIZADA POR: CLIENTE  LAE

## DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS

Las muestras recibidas fueron dos probetas de mortero tratadas con pintura fotocatalítica para ser caracterizadas. La superficie de las probetas es de 50 cm<sup>2</sup>.

| <i>Código Cliente</i> | <i>Código LAE</i> | <i>Muestra</i>                               |
|-----------------------|-------------------|--|
| Pintura P-1           | M-LAE-I-00065-17  | Mortero recubierto de pintura fotocatalítica |
| Pintura P-2           | M-LAE-I-00066-17  | Mortero recubierto de pintura fotocatalítica |



# INFORME DE ENSAYO

Fundación CARTIF. Laboratorio de Análisis y Ensayos

lae@cartif.es

Nº IE-LAE-I-00038-17

Página 3 de 8

## DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

La probeta se somete a un ensayo de eliminación de NOx con las siguientes etapas:

- 10 minutos de flujo de aire con NOx por la instalación con la lámpara UV apagada.
- 1 hora de flujo de aire con NOx por la cámara de ensayo. Encendido de lámpara UVA.
- 10 minutos de circulación de aire sin NOx por la cámara de ensayo y apagado de la lámpara UV.

### Condiciones del ensayo

| <i>Característica</i>                                       | <i>Valor</i> | <i>Tolerancia</i> | <i>Unidades</i> |
|---|--------------|-------------------|-----------------|
| <b>Anchura de la probeta</b>                                | 49,5         | ± 0,5             | mm              |
| <b>Longitud de la probeta</b>                               | 99,5         | ± 0,5             | mm              |
| <b>Concentración de NO en el gas de ensayo</b>              | 1,00         | ± 0,05            | µL/L (ppmv)     |
| <b>Humedad relativa a 25°C ± 2,5 °C</b>                     | 50           | ± 5               | %               |
| <b>Temperatura</b>  | 25           | ± 2,5             | °C              |
| <b>Irradiancia en el UVA (300-400 nm)</b>                   | 10,0         | ± 0,5             | W·m-2           |
| <b>Espacio entre la superficie de la probeta y la venta</b> | 5,0          | ± 0,5             | mm              |
| <b>Caudal total</b>   | 3,00         | ± 0,15            | L·min-1         |



# INFORME DE ENSAYO

Fundación CARTIF. Laboratorio de Análisis y Ensayos  
lae@cartif.es

Nº IE-LAE-01-00038/17

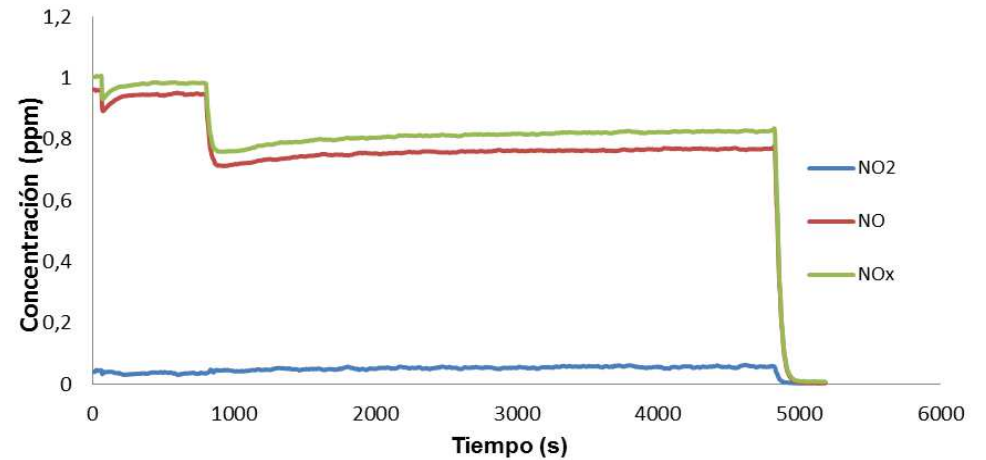
Página 4 de 8

## RESULTADOS

Pintura P-1

### Rendimientos fotocatalíticos de eliminación de NO<sub>x</sub>.

|   | NO    | NO <sub>2</sub> | NO <sub>x</sub> |  |
|---|-------|-----------------|-----------------|--|
| C <sub>out</sub> <sup>dark</sup> (ppb)  | 0,905 | 0,038           | 0,942           | Concentración de NO/NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub> tras pasar por el reactor, en oscuridad.  |
| C <sub>out</sub> <sup>light</sup> (ppb) | 0,757 | 0,054           | 0,811           | Concentración de NO/NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub> tras pasar por el reactor, con radiación. |



Humedad relativa inicial: 52,0% Temperatura inicial: 52,4 °C  
Humedad relativa final: 23,3% Temperatura final: 23,6 °C

Eliminación NO<sub>x</sub> = 17,6 %



# INFORME DE ENSAYO

Fundación CARTIF. Laboratorio de Análisis y Ensayos  
lae@cartif.es

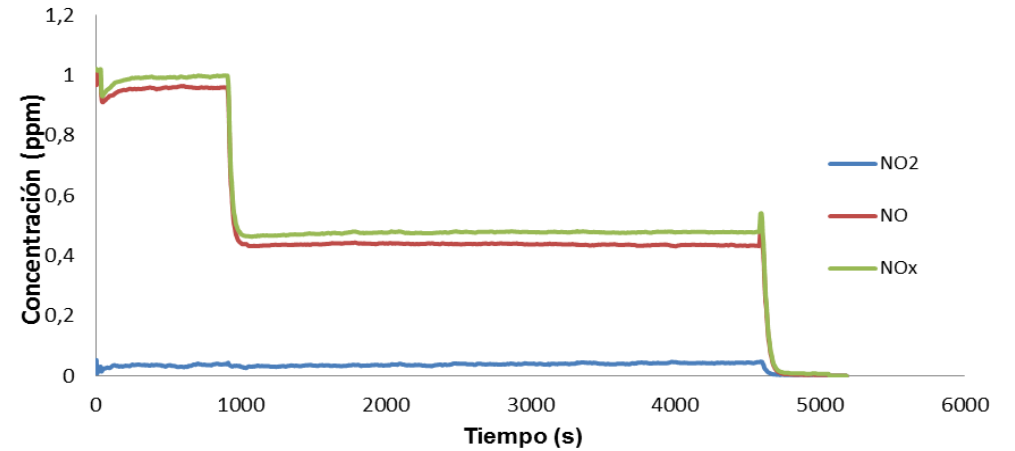
Nº IE-LAE-01-00038/17

Página 5 de 8

## Pintura P-2

### Rendimientos fotocatalíticos de eliminación de NO<sub>x</sub>.

|   | NO    | NO <sub>2</sub> | NO <sub>x</sub> |  |
|---|-------|-----------------|-----------------|--|
| C <sub>out</sub> <sup>dark</sup> (ppb)  | 0,958 | 0,036           | 0,994           | Concentración de NO/NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub> tras pasar por el reactor, en oscuridad.  |
| C <sub>out</sub> <sup>light</sup> (ppb) | 0,441 | 0,038           | 0,479           | Concentración de NO/NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub> tras pasar por el reactor, con radiación. |



Humedad relativa inicial: 52,3% Temperatura inicial: 51,9 °C  
Humedad relativa final: 23,7% Temperatura final: 23,5 °C

**Eliminación NO<sub>x</sub> = 51,8%**

## COMENTARIOS

Definición de los rendimientos. Para el cálculo de los rendimientos se han empleado las siguientes expresiones:

|   |   |                |
|---|---|----------------|
| <b>% eliminación NO<sub>x</sub></b>         | $X_{NO_x} = \frac{C_{NO_x}^{out, dark} - C_{NO_x}^{out, light}}{C_{NO_x}^{out, dark}} \cdot 100$  | <b>(Ec. 1)</b> |
| <b>Selectividad a nitratos</b>              | $S_{NO_3} = \left( 1 - \frac{C_{NO_2}^{out, light} - C_{NO_2}^{out, dark}}{C_{NO}^{out, dark} - C_{NO}^{out, light}} \right) \cdot 100$                               | <b>(Ec. 1)</b> |
| <b>NOx adsorbido (n<sub>ads</sub>)</b>      | $n_{ads} = (f / 22,4) \left\{ \int (\phi_{NO_i} - \phi_{NO}) dt - \int \phi_{NO_2} dt \right\}$   | <b>(Ec. 3)</b> |
| <b>NO eliminado (n<sub>NO</sub>)</b>        | $n_{NO} = (f / 22,4) \int (\phi_{NO_i} - \phi_{NO}) dt$   | <b>(Ec. 4)</b> |
| <b>NO2 formado (n<sub>NO2</sub>)</b>        | $n_{NO_2} = (f / 22,4) \int \phi_{NO_2} dt$   | <b>(Ec. 5)</b> |
| <b>NOx desorbido (n<sub>des</sub>)</b>      | $n_{des} = (f / 22,4) \left\{ \int \phi_{NO} dt + \int \phi_{NO_2} dt \right\}$   | <b>(Ec. 6)</b> |
| <b>NOx eliminado (n<sub>NOx</sub>)</b>      | $n_{NO_x} = n_{ads} + n_{NO} - n_{NO_2} - n_{des}$  | <b>(Ec. 7)</b> |
| <b>Nitrogeno eluido (n)</b>                 | $n = n_{w1} + n_{w2} = V_{w1} \left( \rho_{NO_3^-, w1} / 62 + \rho_{NO_2^-, w1} / 46 \right) + V_{w2} \left( \rho_{NO_3^-, w2} / 62 + \rho_{NO_2^-, w2} / 46 \right)$ | <b>(Ec. 8)</b> |
| <b>Nitrogeno recuperado (η<sub>w</sub>)</b> | $\eta_w = (n_{w1} + n_{w2}) / n_{NO_x}$   | <b>(Ec. 9)</b> |



## INFORME DE ENSAYO

Fundación CARTIF. Laboratorio de Análisis y Ensayos

lae@cartif.es

Nº IE-LAE-I-00038-17

Página 7 de 8

Por tanto, las probetas ensayadas pueden clasificarse, de forma orientativa a falta de la realización del ensayo completo según la norma UNE 127197-1, en las siguientes categorías:

| CÓDIGO CLIENTE | CÓDIGO LAE       | ELIMINACIÓN NO <sub>x</sub> (%) | CATEGORÍA |
|----------------|------------------|---------------------------------|-----------|
| Pintura P-1    | M-LAE-I-00065-17 | 17,6                            | Clase 3   |
| Pintura P-2    | M-LAE-I-00066-17 | 51,8                            | Clase 3   |

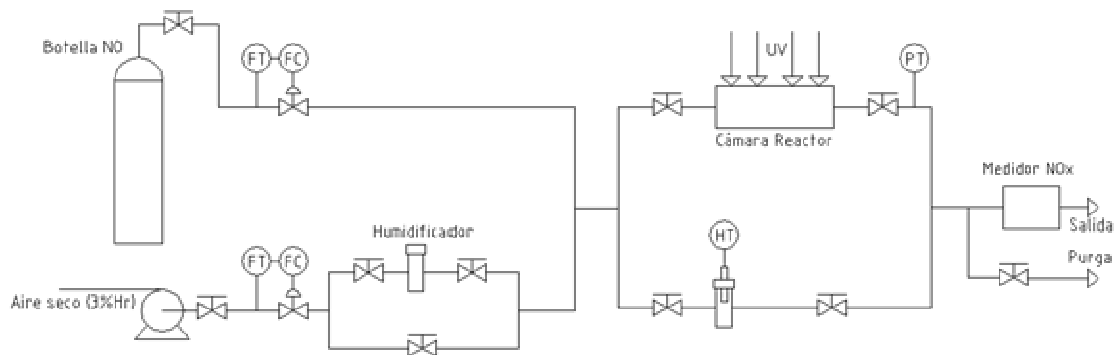
Tabla. Clasificación del producto según el rendimiento de la purificación de aire - NO<sub>x</sub>

| Clase                   | Rendimiento de la purificación de aire - NO <sub>x</sub> |
|-------------------------|--|
| Clase 0 – sin actividad | $\chi_{NO_x} < 4,0\%$                                    |
| Clase 1                 | $4,0\% \leq \chi_{NO_x} \leq 6,0\%$                      |
| Clase 2                 | $6,0\% < \chi_{NO_x} \leq 8,0\%$                         |
| Clase 3                 | $\chi_{NO_x} > 8,0\%$                                    |

Para la clasificación de la muestra en función de la conversión de NO<sub>x</sub> alcanzada (tabla superior) se debe tener en cuenta únicamente el valor medio obtenido.

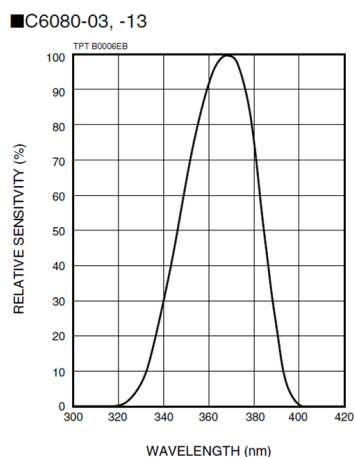
## ANEXO 1. EQUIPAMIENTO EMPLEADO

La instalación experimental diseñada para realizar los ensayos, está compuesta principalmente de la cámara en la que se situará la probeta, y en la se realizará el test fotocatalítico, y una serie de dispositivos que muestran en las figuras siguientes:

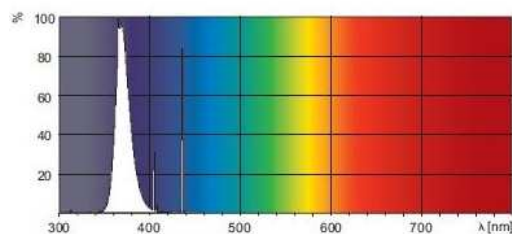


**Figura 1.** Esquema de la instalación empleada para determinar la actividad fotocatalítica de superficies frente a la eliminación de óxidos de nitrógeno.

En la instalación se emplean dos controladores de flujo másico *Bronkhorst EL-FLOW*, un analizador de NO<sub>x</sub> (*ECOPHISICS CLD 700 AL*), una lámpara de radiación UVA (*PHILIPS TL-K 40W/05*) y un radiómetro (*HAMAMATSU C6080-03*).



**Figura 3.** Sensibilidad del sensor del radiómetro empleado.



**Figura 4.** Espectro de emisión de la lámpara empleada.