Nuevos materiales anticondensación para la mejora de la visibilidad de las señales verticales de circulación

Por MANUEL BLANCO FERNÁNDEZ
Dr. Ciencias Químicas
ÁNGEL CUEVAS GONZÁLEZ y FRANCISCA CASTILLO RUBÍ
Ldo. Ciencias Químicas
Dra. Ciencias Químicas

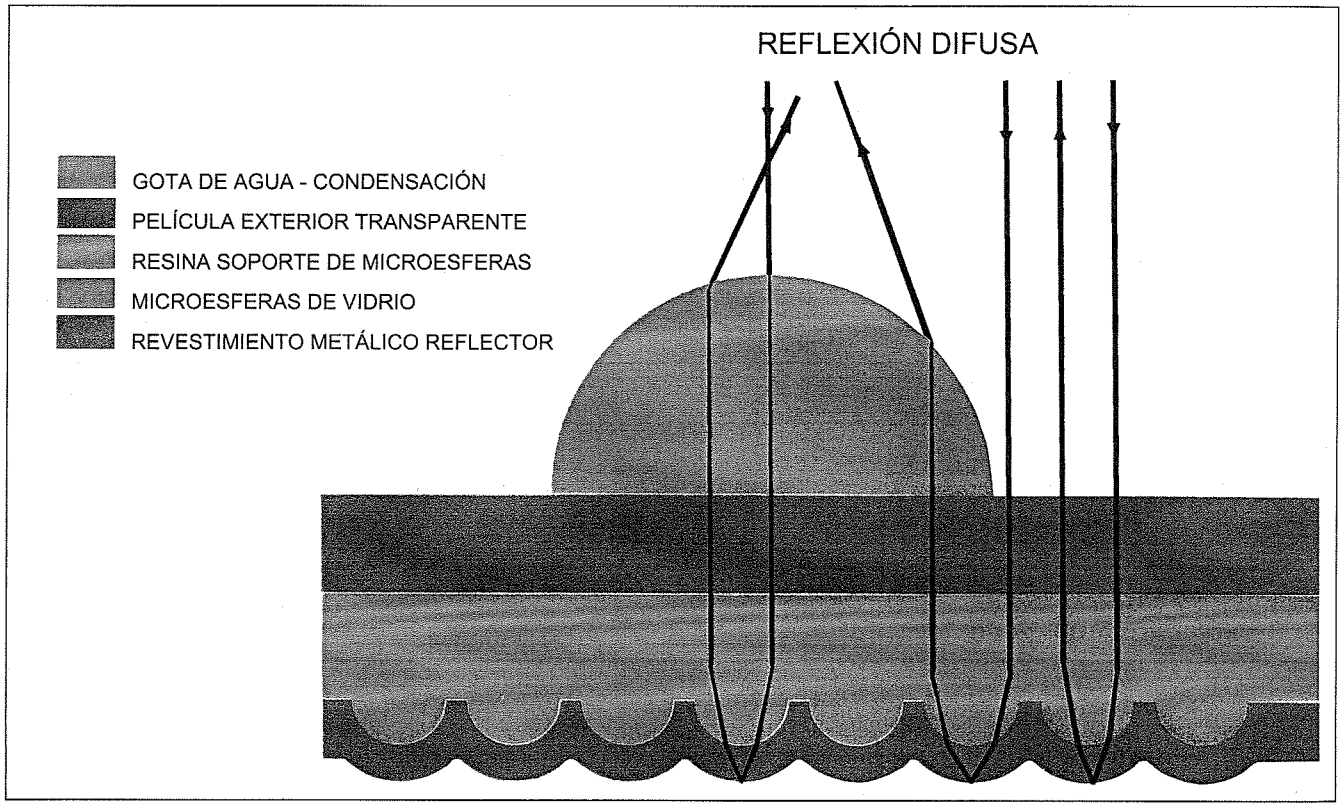


Figura 1. - Efecto de la condensación sobre una señal retrorreflectante

1. Introducción

La idoneidad de una carretera radica en una serie de factores entre los que cabe mencionar su trazado, firme y señalización. Éstos y otros no citados son los responsables de una mayor comodidad en la conducción y, principalmente, una notable mejora en la seguridad de la circulación.

En cuanto a la señalización, el tema se centra en las marcas viales y los demás elementos para la señalización horizontal, y en las señales de circulación, en la señalización vertical. La señalización horizontal tiene una amplia tradición de aplicación a nuestras carreteras; inició su andadura con materiales a base de resinas fenólicas, hoy día obsoletos, para dar paso a materiales a base de resinas alcídicas, que, en el caso de los pavimentos rígidos, se sustituyen por unas resinas acrílicas compatibles con la alcalinidad del hormigón. En la actualidad, el número de materiales es muy variado y el empleo de uno u otro depende de una serie de factores que no vamos a enumerar aquí.

Por lo que atañe a la señalización vertical, el gran paso se produjo en 1984 con el primer Pliego de Recomendaciones para los materiales retrorreflectantes, modificado posteriormente cuatro años más tarde. El comité técnico de normalización de AENOR, CTN-135, ha elaborado en la década de los noventa una normativa donde se contemplan los materiales cuya retrorreflexión es conferida por microesferas de vidrio. La construcción de autovías y el acondicionamiento de carreteras han propiciado un nuevo diseño de las señales y un aumento de su tamaño, para que su mensaje sea mejor apreciado por los conductores, ya que la velocidad de la circulación, evidentemente, ha crecido.

El aumento del parque automovilístico español y la mayor utilización

Figura 2. Cartel para pórtico

Figura 3. Dimensiones de la señal (en mm)

de nuestras redes viarias han puesto de manifiesto una concienciación del ciudadano por la seguridad. Asimismo la Administración , con sus controles periódicos del estado de las señales, ha contribuido a un mayor grado de seguridad de nuestras carreteras, en lo que concierne a las señales verticales de circulación (1). No obstante, en ciertas ocasiones se ha detectado que había ciertas deficiencias en la visibilidad nocturna de las señales; comprobándose que el estado de los materiales que componían las señales era excelente, y que cumplían perfectamente la legislación .

Ante esta situación, el Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente (hoy de Fomento), a través del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, llevó a cabo una investigación que fue ampliamente difundida en la literatura científica, tanto a nivel nacional como internacional (2-6) . Del estudio anterior se podía deducir que la responsabilidad de la deficiencia de la visibilidad, en ciertas señales y en determinados lugares, era la aparición de condensaciones sobre las láminas retrorreflectantes componentes de los carteles. El fenómeno no era privativo de España, como es natural, y países situados geográficamente más al norte lo padecían con mayor intensidad. Alemania, Dinamarca, Estados Unidos y los Países Bajos empezaron a trabajar sobre el tema de una forma simultánea e independiente. Los resultados obtenidos están en la misma línea que los alcanzados por el equipo español (7).

El fenómeno de las condensaciones se produce, según hemos podido comprobar, cuando en el entorno de la señal se conjugan bajas temperaturas, humedades relativas elevadas, y ausencia de viento. El hecho no se ve notablemente afectado por el cambio de sustrato de la señal; por lo cual hay que buscar la responsabilidad en el material retrorreflectante.

El trabajo que ahora presentamos es fruto de la colaboración del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, y de unas empresas de señalización. Consiste, básicamente, en la fabricación de un cartel en el que se han empleado unas láminas retrorreflectantes convencionales y otras láminas retrorreflectantes anticondensación , siguiendo su evolución periódicamente para comprobar la eficacia de los nuevos materiales.

> ***"La Administración , con sus controles periódicos del estado de las señales, ha contribuido a un mayor grado de seguridad de nuestras carreteras, en lo que concierne a las señales verticales de circulación."***

2. El fenómeno de la condensación

Debido a la tensión superficial del agua, la condensación aparece como unas diminutas gotas esféricas que dan lugar a fenómenos ópticos indeseables. El efecto catadióptrico se ve distorsionado, de forma que el haz luminoso procedente del faro del automóvil no retorna en la dirección para que se observe por el conductor; sino que sufre unos fenómenos de difusión en distintas direcciones, lo que impide ver la señal *(figura 1)*. La aparición de la condensación sobre la lámina retrorreflectante es consecuencia del carácter apolar del material que la constituye; si se consigue obtener un material cuya naturaleza sea menos lipófila, el fenómeno se impediría o, al menos, disminuiría de forma considerable.

3. Fabricación de la señal

La señal se fabricó el 31 de marzo de 1993, siendo un cartel para pórtico como se indica en la *figura 2*. Las dimensiones de esta señal aparecen en la *figura 3*. Las láminas retrorreflectantes utilizadas en su mitad izquierda fueron del tipo convencional,

mientras que en su mitad derecha se emplearon unos nuevos materiales anticondensación. En esa misma fecha se determinaron sus características ópticas más importantes, y se procedió a su instalación en la N-III, en sentido a Valencia, en las proximidades del p. k. 327.

4. Características evaluadas

La visibilidad nocturna, definida por el coeficiente de retrorreflexión, se determinó según la norma UNE 135-350.

La visibilidad diurna, definida por las coordenadas cromáticas y el factor de luminancia, se determinó según se indica en las normas UNE 48 060 y UNE 48 073. Para ello se

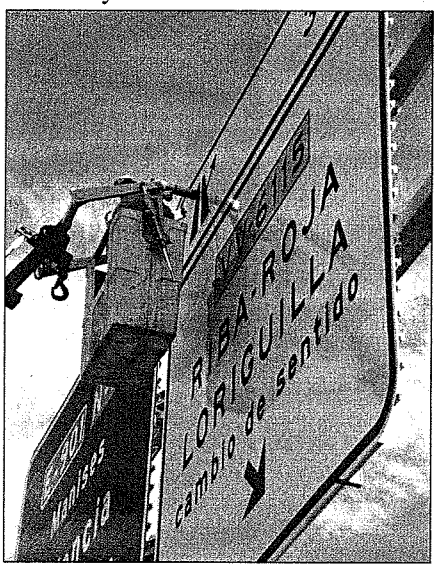


Figura 5. Determinación de las características de la señal instalada

empleó el iluminante CIE (Comisión Internacional de Iluminación) estándar D65, llevándose a cabo las medidas con una geometría 45/0 y observador patrón de 2º.

Teniendo en cuenta las dimensiones de la señal, las medidas se realizaron en 37 puntos localizados en su superficie, de manera que se incluían todos los colores utilizados tanto en los materiales convencionales como en los de nueva implantación, según se muestra en la *figura 4*.

El seguimiento del estado de la señal se realiza cuatrimestralmente. En la *figura 5* se puede observar un momento de la evaluación.

5. Resultados y comentarios

En la *tabla I* se pueden comprobar

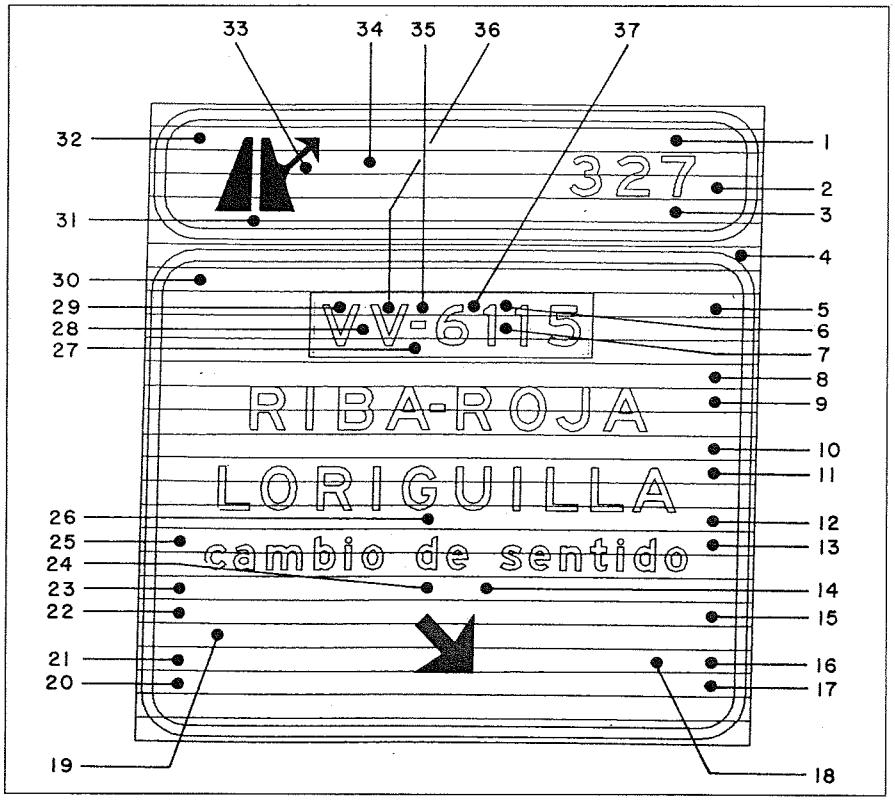


Figura 4

los resultados obtenidos en el coeficiente de retrorreflexión, tanto inicialmente como a los 33 meses de su instalación. Los valores del coeficiente de retrorreflexión (R_L) no han experimentado pérdidas importantes, mostrando un mejor comportamiento el material anti-condensación.

Después de seleccionar los puntos más significativos de medida, tanto del material convencional como del material anti-condensacion, en colores blanco y amarillo, en la *tabla II* se presentan los valores de las coordenadas cromáticas (x,y) y el factor de luminancia (β), que indican el estado de la visibilidad diurna de la señal. Del mismo modo, el mejor compor-

Figura 6. Aspecto de la señal

TABLA I.- Resultados obtenidos en la visibilidad nocturna de la señal

Punto de medida, nº	Color	Coeficiente de retrorreflexión R_L (cd/lx.m²)	
		Inicial	A los 33 meses
1*	**Blanco**	**226**	**255**
2	**Blanco**	**233**	**256**
3	**Blanco**	**234**	**256**
4	**Blanco**	**232**	**253**
5	**Blanco**	**232**	**254**
6	**Amarillo**	**198**	**188**
7	**Amarillo**	**201**	**191**
8	**Blanco**	**236**	**257**
9	**Blanco**	**240**	**253**
10	**Blanco**	**233**	**248**
11	**Blanco**	**237**	**244**
12	**Blanco**	**239**	**241**
13	**Blanco**	**243**	**250**
14	**Blanco**	**244**	**248**
15	**Blanco**	**232**	**243**
16	**Blanco**	**239**	**244**
17	**Blanco**	**243**	**238**
18	**Blanco**	**235**	**249**
19	**Blanco**	**235**	**233**
20	Blanco	235	190
21	Blanco	235	209
22	Blanco	235	216
23	Blanco	209	223
24	Blanco	218	210
25	Blanco	239	200
26	Blanco	239	230
27	Amarillo	184	157
28	Amarillo	183	160
29	Amarillo	184	164
30	Blanco	227	229
31	Blanco	227	227
32	Blanco	222	202
33	Blanco	231	230
34	Blanco	231	239
35	Amarillo	184	163
36	Amarillo	184	155
37	**Amarillo**	**200**	**191**

** En negrilla, los datos de material "anti-condensación".*

> ***"En resumen, cuando nos acercamos a los tres años de instalación de la señal, la durabilidad de los nuevos materiales es excelente, con resultados superiores a los obtenidos en los convencionales."***

tamiento se obtiene en los materiales anti condensación, como se puede apreciar en la fotografía de la *figura 6.*

Con el fin de comprobar la influencia de la limpieza en los materiales empleados en la fabricación de la señal, se eligieron cuatro puntos en los que se realizaron medidas antes y después del proceso de limpieza. La *tabla III* muestra los resultados obtenidos. Las características mejoran en todos los casos después del proceso de limpieza, incrementándose apreciablemente en los materiales convencionales. No sucede lo mismo en los nuevos materiales, debido, posiblemente, a su propia constitución lióﬁla, que hace que las partículas de suciedad, de naturaleza lipóﬁla, no se adhieran con tanta facilidad.

En resumen, cuando nos acercamos a los tres años de instalación de la señal, la durabilidad de los nuevos materiales es excelente, con resultados superiores a los obtenidos en los con-

TABLA II. - Resultados de coordenadas cromáticas y factor de luminancia en la señal

Punto de medida, nº	Color	Inicial			A los 33 meses		
		β	x	y	β	x	y
2*	**Blanco**	**0,32**	**0,313**	**0,333**	**0,35**	**0,313**	**0,334**
5	**Blanco**	**0,32**	**0,313**	**0,333**	**0,34**	**0,314**	**0,334**
7	**Amarillo**	**0,18**	**0,528**	**0,464**	**0,23**	**0,521**	**0,463**
16	**Blanco**	**0,32**	**0,313**	**0,333**	**0,35**	**0,313**	**0,334**
18	**Blanco**	**0,32**	**0,313**	**0,333**	**0,34**	**0,313**	**0,334**
19	Blanco	0,32	0,311	0,332	0,33	0,312	0,332
22	Blanco	0,32	0,311	0,332	0,32	0,312	0,332
27	Amarillo	0,18	0,528	0,464	0,19	0,520	0,457
30	Blanco	0,32	0,311	0,332	0,31	0,313	0,313
32	Blanco	0,32	0,311	0,332	0,31	0,313	0,313
36	Amarillo	0,18	0,528	0,464	0,19	0,522	0,456
37	**Amarillo**	**0,18**	**0,528**	**0,464**	**0,23**	**0,521**	**0,463**

***.- En negrilla, los datos de materiales "anti-condensaciones"*

TABLA III. Influencia de la limpieza en las características de los materiales retrorreflectantes empleados (Medidas realizadas a los 33 meses de instalados)

Punto de medida, nº	Color	VISIBILIDAD DE LA SEÑAL VERTICAL							
		Antes del proceso de limpieza				Después de la limpieza de la señal			
		β	x	y	R_L	β	x	y	R_L
18*	**Blanco**	**0,34**	**0,313**	**0,334**	**249**	**0,34**	**0,313**	**0,334**	**251**
19	Blanco	0,33	0,312	0,332	233	0,34	0,311	0,331	236
36	Amarillo	0,19	0,522	0,456	155	0,19	0,526	0,458	162
37	**Amarillo**	**0,23**	**0,521**	**0,463**	**191**	**0,23**	**0,522**	**0,464**	**192**

(*).- En negrilla, los datos de materiales anti-condensación

vencionales. No obstante, habrá que continuar este seguimiento para conocer con más profundidad el comportamiento de estos nuevos materiales bajo la fuerte insolación de nuestra país. A pesar de las buenas cualidades apreciadas, no parece ser adecuada su utilización de una forma generalizada, sino en las zonas en las que sus condiciones meteorológicas lo aconsejen.

6.- Bibliografía

1.- **Blanco, M.**- *"Control de calidad en la señalización horizontal y vertical"*. Seminario de Señalización y Seguridad Vial. Mar del Plata (Argentina). (1994).

2.- **Blanco, M.; Cuevas, A.** y **Castillo, F.**- *"Efecto de las condensaciones en la señalización vertical de carreteras"*.- II - *"Sustratos de chapa de acero"*. Ing. Civil 94, 21-28 (1994).

3.- **Blanco, M.; Cuevas, A. y Castillo, F.**- *"Efecto de las condensaciones de humedad en la señalización vertical de carreteras"*. I.- *"Sustratos de poliéster reforzado con fibra de vidrio"*. Rev. Plast. Modernos 68, 246-251 (1994).

4.- **Blanco, M.; Cuevas, A. y Castillo, F.**- *"Estudio experimental del efecto de las condensaciones en la señalización vertical de carreteras"*. IV.- *"Sustratos de aluminio"*. Carreteras 73, 110-117 (1994).

5.- **Blanco, M.; Cuevas, A. y Castillo, F.**- *"Efecto de las condensaciones en la señalización vertical de carreteras"*. V.- *"Láminas de elevado nivel de retrorreflexión"*. Cimbra 297, 20-25 (1994).

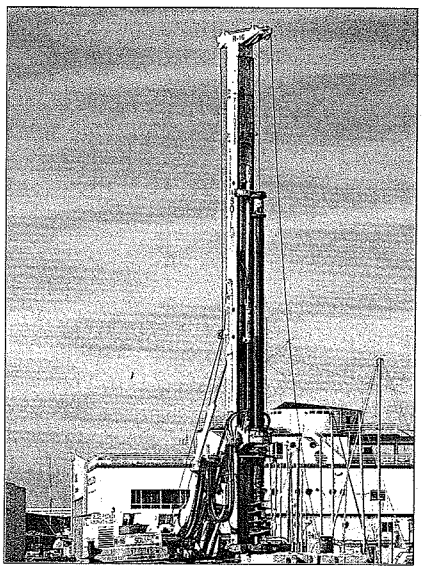
6.- **Blanco, M.; Cuevas, A. y Castillo, F.**- *"Efecto de las condensaciones en la señalización vertical de carreteras"*. VI.- *"Láminas de bajo nivel de retrorreflexión"*. Ing. Civil 95, 41-46 (1994).

7.- **Jensen, J. J.; Sorensen, K. y Pedersen, H.**- *"Dew on Road Signs"*. Lys & Optik, Note n° 29 (1993). ■

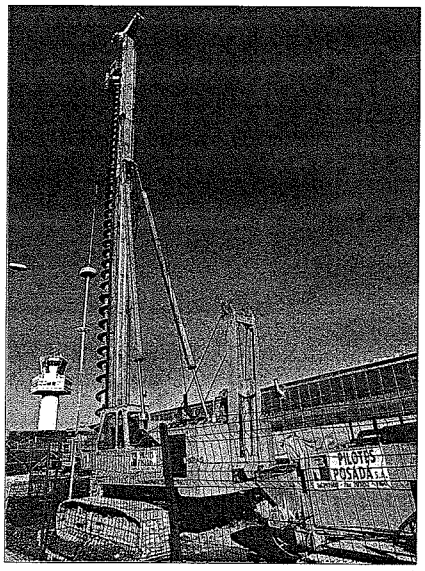
Manuel Blanco, Jefe del Área de Materiales; Ángel Cuevas, Jefe del Servicio de Materiales para la Señalización; y Francisca Castillo, Jefa del Servicio de Materiales Orgánicos, del Laboratorio Central de Estructuras y Materiales (CEDEX), Ministerio de Fomento.

PONEMOS LA BASE DEL FUTURO DE VIGO

Pilotes Posada, S.A. ha creado una buena base en la cimentación de Vigo.
Lo logramos con tecnología y seriedad que siempre hemos puesto en cada obra.
Ahora, queremos ayudar a cimentar Europa.



- ENSAYOS DEL SUELO
- PILOTES
- MUROS PANTALLA
- ANCLAJES
- TABLESTACAS
- MICROPILOTES



PILOTES POSADA, S.A.
CIMENTACIONES ESPECIALES

Carretera de Baiona, 44 interior. Telf.: (986) 29 35 00. Fax: (986) 20 21 52. 36213 VIGO.
DELEGACIÓN CENTRO: C/ Oslo, 1- Bloque 3-1º 4. Urbanización Azata. Telf.: (91) 351 36 63 - 351 34 05. Fax: 351 34 05. 28224. Pozuelo de Alarcón - MADRID.