

Proyectos de **I+D+i**
2011-2013



Investigación + desarrollo de elementos de sustentación para la señalización vertical con polímeros para la mejora de la sostenibilidad

Universidad de Sevilla | Ecotécnica Integral S.L.



Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA



Unión Europea

Fondo Europeo
de Desarrollo Regional



**Investigación + desarrollo de elementos
de sustentación para la señalización
vertical con polímeros para la mejora de
la sostenibilidad**

© Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía. Consejería Fomento y Vivienda. Junta de Andalucía. 2012

Universidad de Sevilla, Ecotécnica Integral S.L.

Equipo de investigación: Federico París, José Cañas y Alberto Barroso

Sevilla, 31-07-2012.

1. Introducción y antecedentes

En la actualidad una de las circunstancias más graves a las que se enfrenta las administraciones es el incremento del tráfico y de los accidentes mortales que este aumento vertiginoso trae consigo, destacando que los accidentes de tráfico son la causa de mayor mortalidad no natural de nuestro país y desde luego, uno de los mayores problemas con los que nos encontramos, en esta época de sensibilización ciudadana.

Entre los distintos tipos de accidentes de tráfico, existen algunos que pueden ser evitados o disminuir su gravedad. Éstos son los referidos a los daños sufridos por los vehículos y sus tripulantes al impactar con las señales verticales de tráfico dispuestas a ambos lados de nuestras redes viales. En la actualidad, estas señales son de acero galvanizado, ancladas con una rigidez excesiva al suelo mediante un bloque de hormigón.

Con los avances tecnológicos y científicos más sorprendentes en todos los campos de la ciencia en materia de seguridad, es llamativo que se sigan usando instalaciones con una rigidez y resistencia muy por encima de la estrictamente necesaria, desde un punto de vista estructural, para señalizar las carreteras.

No menos importante es el proceso de unión que estos elementos tienen en el terreno, ya que estos se empotran en una masa de hormigón, actuando como reductor brusco de velocidad cuando un vehículo impacta contra él, o en el peor de los casos arrancando dicha cimentación con consecuencias más graves.

La investigación en el campo de la ingeniería, de los materiales compuestos y la resistencia de materiales permiten incorporar soluciones para estructuras flexibles y con una capacidad de absorción de energía a la medida de las necesidades, incorporando polímeros con y sin refuerzo de fibras.

Todo ello, ha hecho que esta investigación gire en torno a una nueva aplicación de estos materiales en la señalización vertical, sobre todo en el elemento de sustentación (poste) y su sistema de empotramiento a la cimentación, mediante el desarrollo de un procedimiento sostenible y optimizando la instalación con la cimentación. La sustitución de los elementos de acero galvanizado por elementos de materiales compuestos (con base en polímeros), llevaría asociada la disminución de un gran número de lesiones en los pasajeros y de daños en los vehículos, al mismo tiempo que contribuiría a reducir los procesos de montaje y a una mejor sostenibilidad con el medio.

Este proyecto tiene además un apoyo importante con la reciente aprobación de la norma UNE-EN 12899-1 publicada en abril del 2009 que incorpora la posibilidad de fabricar dichas estructuras soporte con materiales plásticos, con y sin refuerzo de fibra.

Adicionalmente, el uso de materiales plásticos para la fabricación de los postes de señalización, permite ahorrar significativamente los costes de fabricación (por sus menores puntos de fusión respecto a los materiales metálicos). También supone un ahorro en los costes de transporte y manipulación (por su menor densidad), disminuye los costes de reposición (por su sistema de reutilización de la obra civil y por ser menos atractivos ante el hurto que los materiales metálicos) y además permite soluciones de menor impacto medioambiental (los postes pueden extruirse con una capa de color exterior que se adapte al entorno).

2. Objetivos perseguidos y resultados previsibles

El objetivo fundamental de este proyecto es la investigación y desarrollo para la instalación y/o reposición de los postes de las señales regladas actuales (fabricadas en acero galvanizado) por señales menos dañinas ante impactos, mediante un nuevo perfil de material compuesto fabricado por polímeros reciclados (tal y como recoge la nueva reglamentación de señales verticales UNE EN 12899-1) reutilizando la obra civil.

El ámbito del proyecto es la red de carreteras titularidad de la Junta de Andalucía.

OBJETIVOS PRINCIPALES

ESTRUCTURALES

- Normativa y especificaciones técnicas
- Sustitución de una señal más segura y económica.
- Reducción de los tiempos de instalación y reposición.
- Seguridad pasiva contra impacto.
- Diseño y reutilización de la obra civil.
- Fabricación de utillajes y prototipos.
- Ensayos normalizados.
- Ensayos estructurales.

DESARROLLO DEL SUSTRATO

- Investigación de un compuesto híbrido (polímero reforzado con fibra).
- Adaptación del compuesto al proceso de extrusión.
- Utilización de elementos provenientes de reciclado.
- Ensayos de mecánicos del compuesto.
- Certificación del sustrato desarrollado

OBJETIVOS SECUNDARIOS

EXPERIENCIA PILOTO.

- Instalación de diferentes clases de señales (tamaño de la vela).
- Instalación en diferentes zonas de la red vial (autovía, carretera, travesía y urbano).
- Instalación en las diferentes zonas de vientos (velocidad media de la zona).
- Instalación en las diferentes zonas climatológicas (frio, calor y salinidad)

El diseño de los postes actuales (mayoritariamente perfiles huecos de sección rectangular), no aprovecha el eje de mayor momento de inercia para soportar las acciones de viento que limitan por rigidez el diseño de la estructura (típicamente de flexión por acción del viento). Se propone emplear sustratos de polímero para la fabricación del poste, y girando su sección respecto a la disposición actual de los postes de acero, conseguir el mismo momento de inercia con menos área transversal, cumpliendo la normativa aplicable y con el consiguiente ahorro de materia prima.

El comportamiento mecánico ante impacto del poste de acero, puede causar daños a los pasajeros (sobre todo a motoristas). Dado que no tienen una función de absorción de energía eficiente, se propone generar una unión poste-cimentación que salte como un "fusible mecánico" ante un impacto, evitando así daños mayores a motoristas.

Las cimentaciones destinadas a la fijación de las señales actuales, se elaboran mediante masas de hormigón fraguantes, con sistema de empotramiento sólido del poste designado. Mediante este procedimiento, para la sustitución de la señal ante cualquiera de las vicisitudes (impacto, deterioro, o mantenimiento) se requiere la sustitución de la totalidad del conjunto (poste-cimentación).

El diseño de una nueva cimentación in-situ y reutilizable, o la reutilización de la existente, proporcionaría al conjunto de la instalación un ahorro muy significativo en los costes, tiempos de instalación, así como la reducción de los daños medio ambientales y reducción de consumos energéticos.

Una de las características claves del presente proyecto es el papel de fusible mecánico que juega el módulo de unión expansiva entre el poste y la cimentación. Este es el elemento de conexión entre la cimentación y el poste de polímero mediante una estructura de configuración que agilice la maniobra de instalación mediante una conjugación de expansión mecánica. Su diseño, permitirá envainar también a los perfiles convencionales metálicos incrustados en las cimentaciones, reutilizando la cimentación de una señal antigua.

La sustitución del acero galvanizado empleado actualmente por materiales plásticos reciclados tiene numerosas ventajas desde el punto de vista de ahorro de coste y tiempo de instalación y reposición. Para conseguir aún más ahorro de sección, basta con estudiar la viabilidad de incluir materiales plásticos reforzados con fibra (en ciertos casos los procesos de moldeo por inyección no se ven afectados si se incluye fibra cortada en la matriz polimérica) lo cual redundaría en mejoras de las propiedades mecánicas de estos materiales.

Un estudio comparativo del coste de incluir dicho refuerzo frente a las mejoras en las propiedades mecánicas (rigidez, resistencia, vida a fatiga e impacto) abre un atractivo campo de estudio.

En otras aplicaciones más exigentes desde un punto de vista de sollicitación mecánica, la utilización de plásticos reforzados con fibra continua, consigue propiedades mecánicas específicas (por unidades de peso) superiores a las que se obtienen con materiales metálicos. Dependiendo de la técnica de fabricación y del tipo de fibra (fibra de vidrio o fibra de carbono) los costes pueden encarecerse significativamente.

Sin embargo entre lo más sofisticado (fibra de carbono unidireccional con laminado automático) y lo más económico, fibra de vidrio cortada e inyección, existen múltiples variantes que pudieran ser exploradas. Los costes finales dependen en buena medida del volumen de fabricación, pudiendo llegar a un compromiso entre propiedades mecánicas y precio de fabricación.

3. Aspectos innovadores y justificación del proyecto

Durante muchos años se ha mantenido la mentalidad de utilizar materiales sobredimensionados para las exigencias de la norma (acero y aluminio) para la confección de postes de sustentación de señalización vertical, mediante procedimientos irreversibles para su instalación de fijación al suelo (empotrado en una masa de hormigón).

Con la nueva norma europea EN 12899-1 2007 y la inclusión en esta, de los polímeros como material alternativo, se ha observado un escenario de investigación en el cual se puede desarrollar la adaptación de las cimentaciones antiguas y reutilización de las nuevas, con elementos de sustentación más seguro, económicos y sostenibles, intercalando un elemento de unión con unas características de protección pasiva respecto al impacto.

Cabe destacar, que para la fabricación de un metro lineal de acero galvanizado este requiere de un consumo medio de 12 KW/h, mientras que para la confección de la misma longitud en material de polímero sólo requiere de 1,8 Kw/h (85% ahorro energético).

Mediante este proyecto, se pretende llegar a cabo el aumento de protección vial y optimización en el gasto de dichas instalaciones de señalización vertical, mediante la investigación y el desarrollo estructural contemplando las exigencias normativas, con un nuevo compuesto híbrido de polímero reciclado, así como un procedimiento que optimice los tiempos de instalación, todo ello orientado a obtener una nueva señalización vertical más económica, segura y sostenible.

El proyecto que se presenta, constituye un claro ejemplo de viabilidad para aplicación de la tecnología híbrida (seguridad vial, eficiencia medioambiental e innovación) mediante la reutilización de la cimentación e incorporando nuevos compuestos y elementos, optimizando la instalación y la reposición de la señalización vertical, proporcionándole mayor eficacia (seguridad pasiva) en el caso de un impacto.

Quizás la principal novedad tecnológica de este proyecto, se encuentra en la posibilidad de la reutilización de las cimentaciones actuales (reciclaje de la obra civil), integrando un compuesto plástico como elemento alternativo a los sustratos actuales (acero galvanizado) de sustentación, adaptando parte de las antiguas instalaciones (la cimentación) a la nueva normativa UNE-EN 12899-1 2007 y unificando todos estos criterios en una sola instalación, un atractivo que refleja las situaciones reales de una seguridad, sostenible con el medioambiente.

Desde un punto de vista tecnológico, este nuevo procedimiento introduce la utilización de la tecnología exclusiva, para busca una mayor seguridad y reducir los tiempos de instalación. Debido a las características de los elementos de estudio, y al tratarse de una instalación de consumo en las infraestructuras viales, incide de forma directa en la finalidad social por diversos factores:

- Supondrá un aumento en la protección vial en comparación con los sistemas actuales, ya que el dispositivo reduce los efectos respecto a un impacto, aumentando la seguridad tal y como se contempla en el “Programa de acción europeo de seguridad vial”.
- Su intrusión en el mercado no alterara ni los procesos productivos ni las labores de instalación.
- Además de su valor diferenciador este proyecto supondrá una reducción de costes en la adquisición e instalación del conjunto desarrollado.
- Dado la composición material de los elementos participantes, estos requerirán de menor energía para su proceso de fabricación e instalación.

Resultados medioambientales

a) La reutilización de la cimentación puede reducir significativamente la generación de residuos procedentes de elementos de construcción y optimizar el consumo energético en la instalación de una nueva señal, reduciendo considerablemente los efectos medioambientales.

Los efectos medioambientales y la falta de una coordinación adecuada para este tipo de residuos, están creando un grave problema en el entorno, además, la reutilización de la cimentación propuesta en este proyecto, supone un importante ahorro, por cuanto se ganarían una serie de recursos, y beneficios medioambientales principales como:

- Uso de materiales reciclados en la fabricación del poste.
- Menor consumo de combustibles y lubricantes por la maquinaria de ejecución (transporte y perforación).
- Reducción de la contaminación atmosférica al reducirse los trabajos de ejecución.

- Reducción en la emisión de gases nocivos a la atmósfera como consecuencia de la reducción de consumos de combustibles, lubricantes y energía.

b) La industria plástica aplicada a la señalización en comparación al acero, puede tener importantes beneficios para el medio ambiente y la población. El procesado de los metales empleados actualmente, consume mucha más energía que el refinado de los productos derivados del petróleo y la fabricación de los materiales plásticos.

Las emisiones derivadas de los procesos de producción de metales, en cuanto a la contaminación del suelo, aire y agua, también superan con mucho el impacto del refinado del petróleo crudo y de la fabricación de los plásticos.

Las emisiones al suelo derivadas del refinado del metal se incrementan debido a la alta fracción de energía eléctrica utilizada para la fusión, generada por la combustión del carbón. Los residuos metalíferos junto con las cenizas derivadas de la producción de energía tienen un efecto contaminante considerable para el paisaje.

Las emisiones derivadas de estos procesos de refinado de los metales también tienen un impacto sobre la contaminación del agua y del aire debido a la generación de dióxido de azufre, dióxido de carbono, otros gases y partículas aerotransportadas, además de sulfatos y otras emisiones sólidas/químicas.

Por contraste, los procesos de refinado del petróleo y de la polimerización de los plásticos generan muy pocas emisiones ya que en esencia se trata de procesos fáciles y totalmente integrados.

Obteniendo los siguientes objetivos medio ambientales:

- Menor requerimientos energéticos en los procesos productivos.
- Reciclado de la materia prima.
- Menor emisión de CO₂.
- Eficiencia energética en su transporte e instalación.

Resultados económicos.

La instalación del procedimiento, conllevará un ahorro en los materiales de producción y costes de instalación de un 36% aproximadamente, esto supondría una reducción del gasto de las administraciones públicas (cliente final) en lo que se refiere a la señalización vertical.

Resultados laborales.

Dado que es una innovación investigada y desarrollada en Andalucía sin rivalidad en el sector de la señalización, en función de las previsiones de introducción del mercado a tres años, esta, se confeccionaría íntegramente en nuestra Comunidad Autónoma.

Debido a que la innovación está destinada a un mercado continuo y estable generaría en su fase de producción completa unos 30 puestos de trabajo estables.

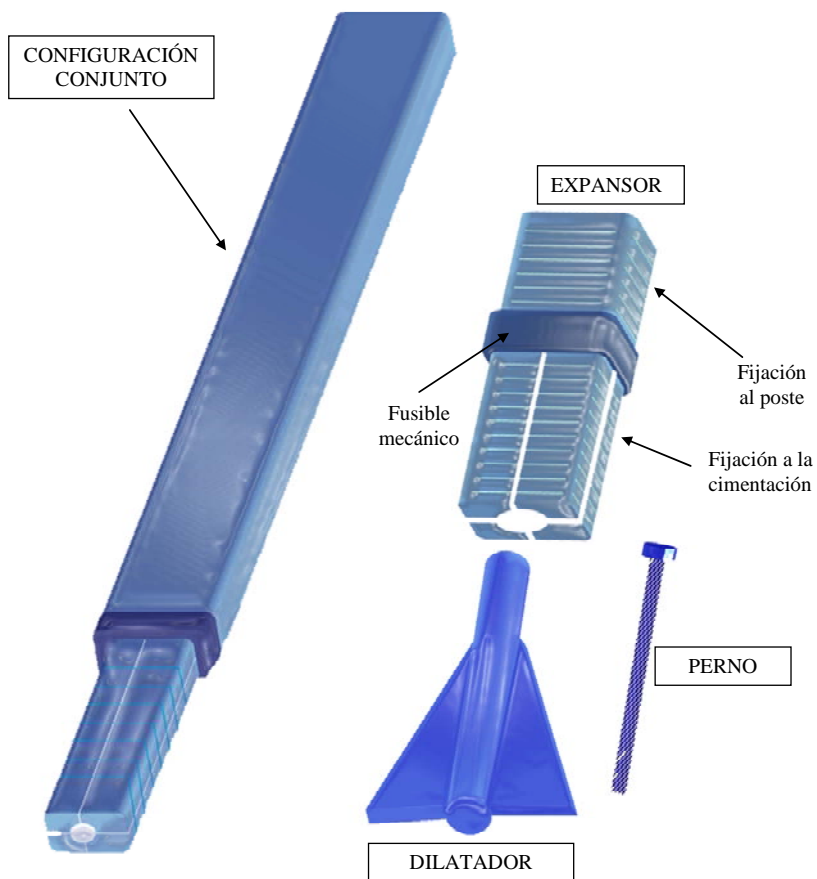


Fig. 1: Boceto inicial de la solución del poste y el expansor.

Referencias

- UNE 135311: Hipótesis de cálculo para postes de señalización
- UNE 135312: Requisitos para las placas de anclaje entre poste y señal
- UNE 135314: Requisitos de tornillería en postes de señalización
- UNE 135315 y UNE 135316: perfiles y chapas de acero y aluminio
- UNE-EN 12899-1: Señales fijas de circulación.
- EN 12899-4: Factory Production control (requerimientos para el control de producción en fábrica de las señales)
- EN 12899-5: Initial type testing (requerimientos para el ensayo del primer prototipo)
- UNE-EN 12767:2009 Seguridad pasiva de las estructuras soporte del equipamiento de la carretera. Requisitos y métodos de ensayo.
- UNE-EN 1991-1-4: Acciones de viento.
- Norma 8. 1-IC: Señalización vertical (BOE número 25 del 29/enero/2000)
- Artículos 701 y 703 (BOE número 24 del 28/enero/2000)
- Pliego de prescripciones técnicas generales PG3

