

## ANEXO 1. RETO 8

### EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA RED DE CARRETERAS DEL ESTADO

---

Fecha de última actualización: 1 de diciembre de 2022

#### 1. Antecedentes

A día de hoy, la DGC consume alrededor de 145.000.000 kWh/año, con una previsión de gasto para 2022 de aproximadamente 40 millones de euros. De ellos, el 75% se destina a la iluminación y ventilación de los túneles y el resto (25%) a iluminación en tramos a cielo abierto, edificaciones y sistemas inteligentes de transporte.

En un contexto internacional de necesidad de reducir el consumo energético, debido a minimizar las emisiones de gases de efecto invernadero (huella de carbono) y al incremento de los costes de la energía fósil, la eficiencia energética de la DGC es una prioridad para el corto y el medio plazo. En este marco, la innovación puede jugar un papel fundamental para maximizar los recursos existentes y los que se está introduciendo en la red de carreteras del Estado (RCE) y en sus instalaciones anexas.

La iluminación de la RCE es el principal consumo de energía de la DGC. Desde el año 2010, se han venido adoptando, por criterios económicos y de sostenibilidad, diversas medidas encaminadas a reducir el consumo de energía eléctrica en las instalaciones de la DGC. Estas medidas se plasman en las siguientes instrucciones:

- Nota de Servicio NS 3/2010 sobre “Actuaciones a realizar por las Demarcaciones de Carreteras para reducir el consumo de energía en las instalaciones de alumbrado”, con medidas como el apagado de los tramos interurbanos que no presentaban problemas de seguridad vial; la instalación de reductores de flujo en todas las instalaciones de alumbrado a cielo abierto; o el apagado de las instalaciones de alumbrado en determinadas franjas horarias.
- Instrucciones complementarias sobre actuaciones a realizar por las Demarcaciones de Carretera para reducir el consumo de energía eléctrica en las instalaciones de alumbrado público de 14 de abril de 2011.
- Instrucciones sobre medidas a adoptar por las Demarcaciones de Carreteras para reducir el consumo de energía eléctrica en las instalaciones de alumbrado de 12 de junio de 2012.
- Orden Circular 36/2015 sobre “Criterios a aplicar en la iluminación de carreteras a cielo abierto y túneles” que introduce importantes cambios normativos en lo que se refiere a los criterios para iluminar un tramo de carretera, los elementos constitutivos de las instalaciones de alumbrado, los proyectos de iluminación, la

## Programa de Compra Pública de Innovación de la Dirección General de Carreteras

ejecución de obras, el mantenimiento y explotación de las instalaciones, la mejora y rehabilitación de las instalaciones existentes, la iluminación y el medioambiente, y por último la iluminación de puntos singulares.

Por ello, en base a la citada Orden Circular 36/2015, los criterios que actualmente se están aplicando para la iluminación de las carreteras que forman parte de la RCE son:

### a) AUTOVÍAS Y AUTOPISTAS:

Estará justificado iluminarlas cuando discurran por suelo urbano (ambas márgenes) y concorra alguna de las siguientes circunstancias:

- La intensidad media de vehículos sea igual o superior a 80.000 vehículos por día. (IMD  $\geq$  80.000 vehículos/día).
- La intensidad media de vehículos sea igual o superior a 60.000 vehículos por día (IMD  $\geq$  60.000 vehículos/día) y se produzcan más de 120 días de lluvia al año.

### b) CARRETERAS CONVENCIONALES:

No se iluminarán en general, aunque podrá justificarse su iluminación en caso de que el tramo sea un TCA (Tramo de Concentración de Accidentes) y en los dos últimos años más del 50% de los accidentes se hayan producido en periodo nocturno.

### c) PUNTOS SINGULARES:

Estará justificada la iluminación de los puntos singulares en los siguientes casos:

- Glorietas situadas en carreteras convencionales, en las que por tener una importante intensidad de tráfico o por su peligrosidad no sea suficiente con una correcta señalización y balizamiento de las mismas.
- Enlaces situados en zonas interurbanas en los que la intensidad media de vehículos sea igual o superior a 80.000 vehículos por día (IMD  $\geq$  80.000 vehículos/día).
- Enlaces situados en zonas interurbanas en los que la intensidad media de vehículos sea igual o superior a 60.000 vehículos por día (IMD  $\geq$  60.000 vehículos/día) y se produzcan más de 120 días de lluvia al año.
- Cruces con glorietas e intersecciones a nivel, siempre que el tráfico de la carretera secundaria sea mayor que 10.000 vehículos por día, o bien sea un TCA con un porcentaje de accidentes nocturnos superior al 50% del total de accidentes durante los dos últimos años.

Por este motivo, actualmente solo están iluminadas las carreteras que por temas de seguridad vial y de intensidad de vehículos así sea necesario. Además, los túneles también deben estar iluminados, al menos, los de longitud superior a 200 metros (R.D. 635/2006).

## Programa de Compra Pública de Innovación de la Dirección General de Carreteras

En un contexto de restricciones energéticas y de necesidad de reducir las emisiones contaminantes, el desarrollo de soluciones innovadoras para la mejora de los sistemas de iluminación y la autogeneración de energía es algo prioritario. Por lo tanto, la innovación debe ser una herramienta fundamental que contribuya a mejorar la eficiencia energética, incrementar la seguridad viaria y paliar las consecuencias que el aumento de precios de la energía y el incremento de riesgos en la seguridad del suministro puede ocasionar en el ámbito particular de la iluminación de la Red de Carreteras del Estado, contribuyendo a la descarbonización del transporte por carretera.

### **2. Necesidades no cubiertas**

En primer lugar, desde un punto de vista energético y económico, las instalaciones cuya titularidad corresponde a la Dirección General de Carreteras suponen un consumo energético muy significativo que debe reducirse de manera coherente con la senda de transición digital y verde que se está siguiendo desde el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. Esta mejora de la eficiencia energética permitirá además reducir las cifras de facturación asociada a estos suministros que están soportando actualmente las arcas públicas, así como reducir y compensar la huella de carbono de la DGC

En la actualidad ya se han puesto en marcha otras medidas desde el MITMA como el cálculo anual de la huella de carbono de la DGC y su consiguiente plan de acción para reducir y compensar las emisiones. En él se inscribe la elaboración de la Estrategia de Eficiencia Energética en la Red de Carreteras del Estado, que contempla medidas a corto, medio y largo plazo para contribuir a este objetivo y reducir y compensar la huella de carbono asociada a la Dirección General de Carreteras. En el marco de esta Estrategia ya se están implantando medidas en el ámbito de la Subdirección General de Conservación como la sustitución de luminarias de VSAP (con importantes desventajas frente a soluciones más modernas: mayor consumo energético, menor vida útil y mayor coste de mantenimiento, entre otros) por luminarias LED, tanto en tramos a cielo abierto como en túneles; la gestión dinámica de la iluminación para garantizar unas condiciones lumínicas que se ajusten en buena medida al tráfico circulante; la instalación de paneles solares y puntos de recarga en los centros de conservación o una transición hacia una flota de vehículos más sostenible.

Estas actuaciones incluyen soluciones ya ampliamente contrastadas y cuya eficacia en la consecución de los objetivos perseguidos por el Ministerio está fuera de duda, por lo que contribuirán en buena medida a mejorar la eficiencia energética del transporte por carretera en global. No obstante, estas medidas no deben ser las únicas y la Dirección General de Carreteras sigue teniendo una serie de necesidades no cubiertas donde se espera que la innovación aporte un valor diferencial:

## Programa de Compra Pública de Innovación de la Dirección General de Carreteras

- Como consecuencia más directa y necesidad prioritaria, la Dirección General de Carreteras requiere de nuevas herramientas y tecnologías para mejorar la eficiencia energética en este sector, evidentemente y entre otras vías, a través de la reducción del consumo energético.
- También se precisa la colaboración del sector privado en lo que respecta a la generación de la energía, donde la tendencia debe ir hacia el autoconsumo y la independencia energética garantizando que se aprovecha el potencial de las infraestructuras que componen la Red de Carreteras del Estado para la generación de energía limpia y con garantía de origen.
- De cara a hacer un uso eficiente de esta energía es necesaria una modernización de las tecnologías implantadas en la red. En la actualidad, alrededor del 45% de los sistemas de iluminación empleados en la Red de Carreteras del Estado no están adaptados a los requisitos técnicos exigidos. Asimismo, el uso mayoritario de luminarias de vapor de sodio de alta presión hace que no puedan emplearse sistemas innovadores de gestión inteligente de la iluminación, por lo que dicha iluminación debe estar encendida durante horas cada día sin atenderse a parámetros de intensidad de tráfico o situación meteorológica, entre otros, dando lugar a un uso ineficiente de la energía y a un desaprovechamiento del potencial que los sistemas de gestión inteligente del alumbrado pueden ofrecer a los gestores de infraestructuras. No obstante y como ya se ha descrito, ya se están implantando soluciones contrastadas por la experiencia en este ámbito por lo que las propuestas que se reciban al respecto deberán tener un claro enfoque innovador.
- Desde la perspectiva de la gestión del sistema por parte de la Dirección General de Carreteras, se requiere de procedimientos o herramientas que contribuyan a llevar a cabo una gestión más eficiente.
- Adicionalmente, la iluminación como un elemento más de la carretera, debe contribuir a la mejora de la seguridad vial y a la reducción de la siniestralidad por lo que se necesitan soluciones que ofrezcan otros servicios como adecuar las condiciones lumínicas cuando existe una zona de obras o cuando se detecta un vehículo circulando en sentido contrario. Estas medidas permitirán responder de una manera más eficiente, sostenible y rápida a los requerimientos de iluminación derivados de la demanda del tráfico, la seguridad vial o los condicionantes climáticos, entre otras variables.

Por todo ello, desde la Dirección General de Carreteras se precisan de soluciones innovadoras que permitan superar las limitaciones citadas, permitiendo optimizar y mejorar el rendimiento del sistema en su conjunto y adaptándolo a las necesidades de los conductores.

### **3. Objetivo del proyecto**

El objetivo general del proyecto es dotar a MITMA de una serie de herramientas, procesos, estrategias de explotación y soluciones tecnológicas de marcado carácter innovador en todo lo relativo a la generación y suministro de energía eléctrica a la Red de Carreteras del Estado y en la gestión inteligente de la iluminación, tanto en los tramos en túnel, como aquellos que se encuentran iluminados a cielo abierto. En este sentido, desde la DGC se considera que la innovación debe permitir mejorar la seguridad viaria y reducir el consumo energético en la Red de Carreteras del Estado y sus instalaciones, contribuyendo a la descarbonización de las infraestructuras del transporte y a la eficiencia de la administración.

Desde el punto de vista de la generación de la energía, el objetivo del proyecto debe ser alcanzar una infraestructura que permita la generación de energía eléctrica y el autoconsumo garantizándose en todo momento un origen renovable de la misma. Para ello, deberá aprovecharse el potencial que ofrece la infraestructura para la implantación de tecnologías innovadoras con la menor afección posible al tráfico y al entorno.

En lo que respecta a la gestión por parte de la Dirección General de Carreteras, las soluciones propuestas deberán conjugar la analítica de los datos de tráfico, tanto de vehículos como de personas (big data), y datos del entorno de la carretera (condiciones meteorológicas, presencia de animales, etc.) con la digitalización de los sistemas de iluminación, integrándolos bajo un único sistema que pueda ser interoperable y usado en todas las demarcaciones y unidades provinciales. Todo ello garantizando los mayores estándares posibles de seguridad, tanto vial como ciudadana.

El citado sistema de gestión, y las tecnologías de iluminación que se presenten, deberán permitir el control y monitorización del funcionamiento del alumbrado en todo momento, con las garantías necesarias para gestionar cualquier situación ordinaria o extraordinaria que pudiera presentarse. Además, como ya se ha mencionado, deberá ser interoperable y permitir la integración de la información ya disponible en el ámbito de la DGC con el objetivo de que la respuesta del sistema de alumbrado se ajuste lo máximo posible a las condiciones reales del tramo de carretera en cuestión.

Esta iniciativa busca, por tanto, la eficiencia de las inversiones y del gasto en iluminación, y para ello se aboga por una solución de máxima aplicabilidad en la RCE, y adaptación de I+D a las problemáticas concretas existentes en la iluminación en las infraestructuras viarias de MITMA en su conjunto, de manera que los resultados sean escalables, eficientes y replicables dentro de la RCE.

Estas soluciones deben permitir superar las limitaciones de los sistemas actuales de iluminación. Para ello, deberán basarse en análisis de datos del tráfico, presencia de personas, animales, condicionantes meteorológicos u obstáculos en tiempo real, de

## Programa de Compra Pública de Innovación de la Dirección General de Carreteras

forma que sea posible ofrecer a los ciudadanos una iluminación de las carreteras que ofrezca seguridad y confort.

En este sentido, se valorarán positivamente las propuestas que mejoren la eficiencia del sistema de iluminación de la Red de Carreteras del Estado en su conjunto contemplando todas las soluciones posibles en cada tramo de carretera.

*A continuación, se detallan los requisitos que desde la DGC se considera que las soluciones innovadoras propuestas deberían permitir satisfacer. No obstante, esta relación no debe considerarse ni exhaustiva ni obligatoria. Se podrán considerar igualmente válidas propuestas que ofrezcan funcionalidades y capacidades no contempladas por la DGC, así como las que sólo permitan satisfacer algunos de los requisitos.*

Los requerimientos técnicos principales son los siguientes:

- Las propuestas presentadas no requerirán preferentemente la instalación en carretera de elementos intrusivos para la caracterización del tráfico o de la presencia de personas, animales u otros elementos.
- Los sistemas propuestos serán capaces de realizar simulaciones en las que sea posible la comparación entre soluciones en lo que respecta a la funcionalidad de la iluminación medida en términos de descarbonización, seguridad de los usuarios, coste económico para la Administración, y la **eficiencia del sistema energético de la DGC en su globalidad**.
- El sistema garantizará que la iluminación del tramo de carretera en cuestión cumpla con los **parámetros mínimos requeridos para garantizar la seguridad vial** teniendo en cuenta todas las circunstancias concurrentes en ese momento.
- Deberán contemplar la seguridad de **todos los usuarios** de la carretera, tanto vehículos como usuarios vulnerables.
- Deberán contemplarse escenarios con **distintas hipótesis de iluminación** del tramo de carretera:
  - Deberá garantizar la **coherencia global de la iluminación en tramos contiguos de carretera**, especialmente en las transiciones entre túneles y carreteras iluminadas a cielo abierto o viceversa.
  - Deberá contemplar soluciones de iluminación específicas y particularizadas para **situaciones extraordinarias** que puedan tener una repercusión directa en la seguridad de los usuarios de la vía.
- El sistema será capaz de **procesar simultáneamente en tiempo real datos de tráfico del tramo en cuestión** y proponer el escenario de iluminación que permita asegurar las condiciones de seguridad y confort para los usuarios.
- El **sistema será capaz de evaluar las alternativas en los distintos horizontes temporales de iluminación** a lo largo del día y del año.

## Programa de Compra Pública de Innovación de la Dirección General de Carreteras

- El **sistema dispondrá de indicadores objetivos** para la comparación de alternativas desde el punto de vista energético, medioambiental y de seguridad vial.
- **El sistema deberá ser de naturaleza eminentemente flexible y adaptable**, y esto deberá ir acompañado por sistemas abiertos desde el punto de vista técnico/informático que incentiven y promuevan la incorporación de soluciones innovadoras, pioneras y flexibles.
- Deberá permitir **exportar resultados** que permitan optimizar la gestión del alumbrado, así como sacar conclusiones sobre la evolución global de la eficiencia del sistema en cada tramo de carretera a lo largo del tiempo.

Las tecnologías o soluciones propuestas, si bien podrán ser generales o particularizadas a la resolución de una problemática concreta, deberán estar preparadas para su demostración o prueba a corto plazo con todas sus funcionalidades definidas, ya sea en modelos matemáticos e informáticos como capaz de realizar evaluaciones y mediciones objetivas en entornos de prueba reales en carretera.

### 4. Casos de uso

*A continuación, se plantean casos de uso para la solución innovadora. Se debe tener en consideración que estos son sólo ejemplos que tienen como objetivo facilitar la elaboración de las propuestas. Por tanto, las soluciones innovadoras propuestas podrán centrarse indistintamente en estos u otros casos de uso. De hecho, se valorarán positivamente las propuestas que aborden casos de uso adicionales a los que aquí se presentan.*

- CASO DE USO A: Generación de energía.** Como ya se ha comentado, el resultado esperado será alcanzar una infraestructura que permita la generación de energía limpia y el autoconsumo, contribuyendo a la descarbonización del transporte por carretera.
- CASO DE USO B: Iluminación de túnel.** Como se mencionaba anteriormente, todo túnel cuya longitud sea superior a 200 metros debe estar iluminado. Por esta razón, los túneles deben estar iluminados 24 horas al día. Sin embargo, las diferencias en la iluminación exterior entre el día y la noche, los cambios en la intensidad de tráfico a lo largo del día y la tipología del tráfico hacen que las necesidades de iluminación vayan evolucionando. Se requiere de propuestas tecnológicas o estrategias de explotación diferentes a las que ya están en proceso de implantación y ampliamente contrastadas por la experiencia, que contribuyan a la consecución de los objetivos ya fijados y con un claro enfoque innovador.

- c. **CASO DE USO C: Iluminación de tramo a cielo abierto.** Al contrario que en los túneles, los tramos a cielo abierto solo se iluminan durante las horas nocturnas. Por esta razón, a lo largo del año sus horarios de encendido y apagado irán variando. Además, aspectos como las condiciones meteorológicas también tendrán una influencia importante para determinar el horario de encendido y apagado y la intensidad de la iluminación. De este caso de uso también se pretende La implantación de soluciones innovadoras que permitan que la infraestructura sea adaptativa y responsiva y se ajuste a las condiciones de explotación de la carretera en cada momento.
- d. **CASO DE USO D: Iluminación y seguridad vial.** Se pretende la implantación de un sistema capaz de detectar determinados eventos en la carretera y utilizar la iluminación para alertar a los usuarios de la carretera, mejorando así las condiciones de seguridad. El sistema será capaz de detectar y/o advertir sobre la presencia de incidencias que puedan afectar a la seguridad del tráfico (ej.vehículo circulando en sentido contrario, zonas de obras, vehículo parado en el arcén, visibilidad reducida, congestión inesperada,, etc). Una vez detectado, el sistema podrá alertar a los usuarios de la carretera de diferentes formas, por ejemplo, aumentando la intensidad, el color, o mediante parpadeo o incluso proyección sobre firme o plano vertical.

## 5. Beneficios esperados

Entre los principales beneficios resultantes de aplicar a nivel del MITMA se espera lo siguiente:

- Desde el punto de vista de la **seguridad vial**: Mejorar la calidad de la iluminación en aquellos tramos que, debido a su nivel de tráfico, sus condiciones meteorológicas y sus potenciales peligros puedan poner en compromiso la seguridad vial de las personas usuarias de la carretera de manera que a través de la puesta en marcha de este sistema innovador pueda contribuirse a la reducción de la siniestralidad en los puntos más conflictivos de la Red de Carreteras del Estado.
- Desde el punto de vista del **ahorro energético**: Disminuir el consumo energético dedicado a la iluminación de la Red de Carreteras del Estado, racionalizar el uso



de la energía en atención a variables predefinidas y reducir la facturación soportada por la DGC.

- Desde el punto de vista de **descarbonización de las infraestructuras**: Disponer de herramientas de mayor precisión en la determinación de las intensidades de iluminación para reducir en lo máximo posible las emisiones asociadas a ésta.
- Desde el punto de vista de la **conservación y la explotación**: mejorar las capacidades de las demarcaciones y unidades de carreteras para la correcta gestión de los sistemas de iluminación y mejorar las condiciones generales de explotación de la vía, y gracias a nuevas tecnologías de alumbrado alcanzar un ahorro energético y máxima eficiencia en la iluminación de la vía.

## 6. Contenido innovador

Actualmente existen soluciones que desde un punto de vista técnico tratan de abordar la mejora en la eficiencia de la iluminación de las infraestructuras. De hecho, muchas de ellas ya se están implantando en el marco de la Estrategia de Eficiencia Energética en la Red de Carreteras del Estado, por lo que las propuestas presentadas deberán diferenciarse y tener un claro contenido innovador.

MITMA, como garante de la vialidad segura y confortable en la Red de Carreteras del Estado, precisa de herramientas y soluciones innovadoras, que permitan integrar en un único sistema la iluminación de la Red de Carreteras del Estado permitiendo su gestión desde las diferentes demarcaciones y unidades de carreteras. Estas soluciones deben estar enfocadas a resultados eficientes con el usuario como centro del sistema.

Parte de la innovación de la solución será que se antepone al usuario en el centro de cualquier decisión, entendido desde el punto de vista de su seguridad y comodidad, en contraste con los enfoques más tradicionales en los que la infraestructura se tendía a considerar como un elemento estanco y sin relación con el usuario de la misma.

Además, parte de esta innovación podrá traducirse en una innovación en la normativa y documentación técnica de carreteras que establezca criterios y recomendaciones para la gestión de la iluminación, tanto en túneles como en tramos a cielo abierto.