

PENÉLOPE Gómez

Doctora ingeniera de Caminos, Canales y Puertos.

Consultora en Infraestructuras de Transporte y en Hidráulica.

Profesora Asociada en la Escuela de Ingenierías de la Universidad de Málaga



El papel del ingeniero de Caminos en las smart cities futuras

RESUMEN

Este artículo presenta los cinco dominios de actuación dentro del concepto Smart City enfocados en la transformación de nuestras urbes en ciudades de futuro, persiguiendo que puedan competir por sí mismas como reclamo frente al turismo. Dentro de los distintos dominios, se hace especial mención a los que, por las competencias de los ingenieros de Caminos, tenemos más presencia. El artículo se estructura en cinco partes, una introducción sobre las transformaciones de las ciudades y el cambio de concepto en qué están inmersas; en segundo lugar, presenta los retos que ofrecen las ciudades de hoy día; en una tercera, detecta los puntos de oportunidad donde actuar, para centrarnos, en la cuarta parte del artículo, en aquellos campos donde la figura del ingeniero de caminos cobra especial relevancia, acabando en último lugar con una reflexión sobre la necesidad de actuar en algunos ámbitos en nuestro camino hacia la transformación de las ciudades.

PALABRAS CLAVE

Recursos escasos, sinergias nuevas tecnologías, reinventar infraestructuras, movilidad sostenible, reordenación del espacio público

ABSTRACT

This paper presents the five acting domains within the concept of Smart City that are focused on transforming our cities into future cities, pursuing them to be able to compete themselves as a tourism attraction. Among these domains, special mention to be made to those where civil engineers, thanks to their skills, have more presence. The paper is organized in five sections; firstly the introduction about cities transformation and the change of concept they are suffering. Secondly, challenges that actual cities offer nowadays are presented, in the third section, windows of opportunity where to act on are detected, to focus in the fourth part, on those fields where the civil engineer performs the main roll, to end in the last section with a reflection about the need of acting on some other fields to reach the real city transformation.

KEYWORDS

Scarce resources, new technological synergies, reinvent infrastructures, sustainable mobility, reorganization of the public space

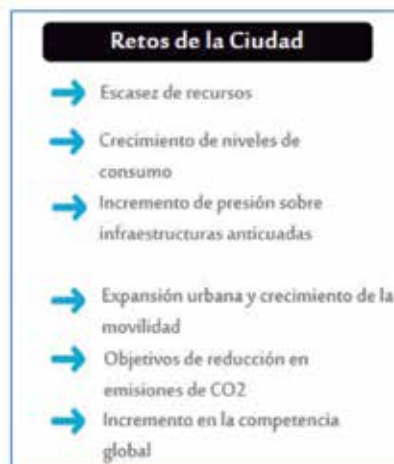


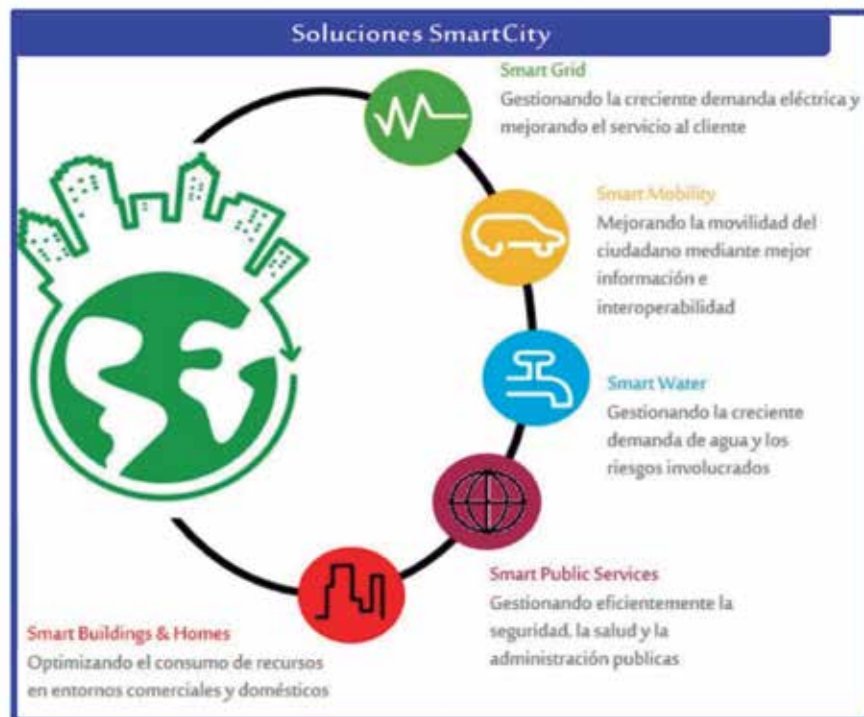
Fig. 2. Dominios Smart City

INTRODUCCIÓN

Que las ciudades están cambiando, no es ninguna novedad. Del hecho que la tecnología está avanzando a pasos agigantados, somos todos testigos, independientemente de nuestro campo de trabajo. Que la envergadura económica nos concierne a todos y nos hace ser prudentes en nuestras inversiones, tras el escenario de crisis que acabamos de atravesar, huelga decirlo. Si unimos estas tres premisas, nos encontramos con ciudades vivas y cambiantes, donde hay una demanda creciente sobre la aplicación de nuevas tecnologías, que se pongan al servicio del ciudadano, actuaciones de reordenación de las vías urbanas y al mismo tiempo que no se tengan que emplear en ello todos los recursos públicos de los que disponemos.

1 Cambio de concepto de la ciudad

Desde hace un tiempo los urbanistas deben preocuparse, no sólo de diseñar las ciudades para que sean accesibles, que dispongan de espacios de esparcimiento, que haya equipamientos sociales suficientes para satisfacer las necesidades de los ciudadanos, sino tener en cuenta que su diseño deben optimizar los recursos disponibles, perseguir en sus diseños el objetivo de minimizar las emisiones de CO₂, y controlar los niveles de consumo. Deben ser capaces de reinventar el uso y servicio que dan a las infraestructuras existentes que se quedan obsoletas y que son insuficientes para lo que fueron concebidas. En definitiva, no debemos dar la espalda a que estamos inmersos en un proceso de globalización y que la ciudad debe perseguir el poder competir en sí misma como un reclamo de atracción para el turismo y para dar un servicio como ciudad inteligente y al servicio de sus usuarios, que son los que habitan en ellas.



2 ¿Cómo atendemos a este cambio de concepto?

Si aplicamos las soluciones que el concepto de Smart City nos ofrece a través de sus cinco dominios:

1) Smart Grid: redes eléctricas diseñadas para dar respuesta dinámica y adaptada a la demanda y apta para combinarse con las energías renovables

2) Smart Mobility: facilitando la movilidad del ciudadano y poniendo a su

disposición toda la información requerida para realizar sus movimientos de la manera más eficiente.

3) Smart Water: adaptándose a la demanda, controlando el consumo para adaptarse a las sequías.

4) Smart Public Services: a través de las redes Open Data, poniendo a disposición del ciudadano y del urbanista todos los datos que recoge en todos los ámbitos donde se aplica; datos de aforo de tráfico, censo, infraestructuras de los distintos servicios, lugares de interés cultural, emisiones de CO₂, etc.

5) Smart Buildings and Homes: edificios inteligentes, que se optimicen desde el punto de vista de eficiencia energética, aprovechando, según su ubicación y orientación y la climatología del lugar donde se construyen, los recursos naturales para su climatización y suministro de agua caliente sanitaria.

3 Puntos de oportunidad de las ciudades

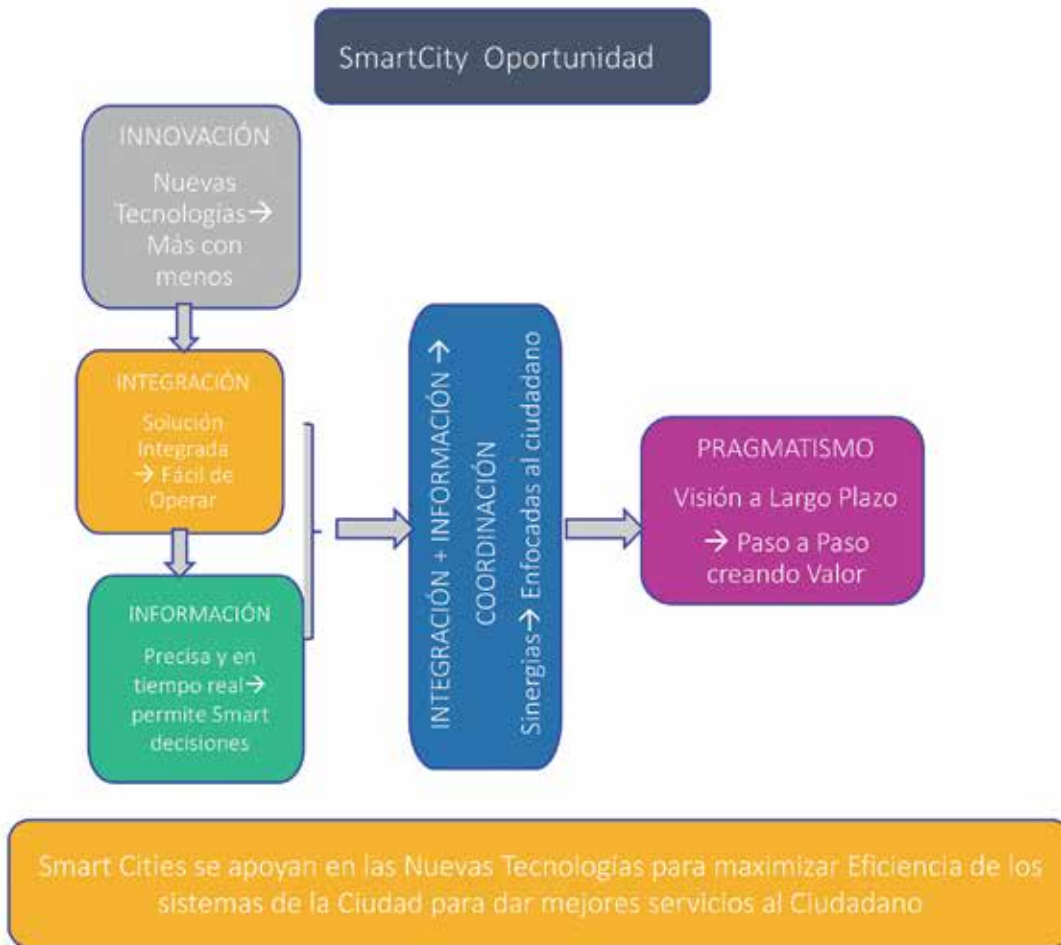
Para detectar las oportunidades de actuación en una ciudad, vamos a visualizar a un ciudadano del 2030, que se levanta por la mañana en su piso que forma parte de un edificio inteligente y por tanto se autogestiona de manera eficiente, accionando las persianas y el sistema de climatización según las lecturas de unos sensores que miden los parámetros de confort y a partir de ellos, contrastando esta información con los datos de meteorología en tiempo real, procesa toda esta información y mediante un proceso de aprendizaje es capaz de acondicionar la vivienda, aprovechando los recursos naturales disponibles en ese momento para mantener siempre un nivel óptimo de confort. Asimismo, los suministros de agua y de electricidad son totalmente eficientes, y disponen de mecanismos de control para que

no se derrochen los recursos y además están diseñados para utilizar las energías renovables para el agua caliente sanitaria y para la iluminación de la vivienda. Esta vivienda está situada en una calle donde el alumbrado también se alimenta de energía solar y tiene un sistema de encendido condicionado por los datos de claridad del día, optimizando así el consumo eléctrico.

Este ciudadano tiene que realizar una serie de actividades durante el día, debiendo desplazarse a varios puntos de destino. Para ello consulta, a través de los visores de las administraciones públicas y sus redes de open data, la intensidad de tráfico en las calles, que puede venir representada mediante códigos de colores en función de esta intensidad y que se actualizan en una ventana horaria suficiente para permitir la toma de decisiones. De este modo, puede identificar las vías urbanas e interurbanas que presentan una mayor densidad de tráfico, para elegir la ruta a seguir e incluso estimar el tiempo del recorrido que quiere realizar. Si por el contrario, quiere optar por el transporte público, dispondrá de aplicaciones que le permitan calcular la mejor forma de llegar a los distintos puntos de destino. Asimismo, podrá disponer de información sobre las plazas de aparcamiento disponibles en cada uno de estos puntos de destino, tanto en su-

Fig. 3. Ciudad del futuro





perficie como subterráneos. Todo ello, a la postre, le permite elegir el mejor modo para desplazarse e incluso llegar a medir el coste por consumo del combustible o del tiempo empleado. En el concepto del coste, no hay que olvidar tener en cuenta las externalidades del transporte, es decir todos los costes asociados a cada medio de transporte que no están directamente relacionados con el coste económico, como la contaminación de las ciudades que van intrínsecas al medio que se elija.

Además de lo anterior, los nuevos edificios estarán emplazados en zonas donde se hayan adoptado medidas frente al riesgo de inundación, de manera que aumente la seguridad de los ciudadanos.

Para poder conseguir todo lo expuesto, se trata de aplicar las nuevas tecnologías en todos los ámbitos de aplicación en las ciudades, dentro de

la misma interfaz para que sean compatibles e interactúen de manera que podamos aprovechar las sinergias de la totalidad de la información disponible de las distintas administraciones y gestores de la ciudad, para poder integrarla y que sea apta para su uso, favoreciendo al bienestar del ciudadano. Este proceso de integración de la información va orientada a ayudar al ciudadano en su toma de decisiones y es un proceso a medio/largo plazo, se debe ir reconvirtiendo paso a paso y trabajando siempre bajo la premisa de crear valor añadido para el ciudadano.

4 Dominios donde el ingeniero de Caminos puede intervenir

Este apartado no persigue limitar ni acotar dónde puede intervenir nuestro colectivo, nada más lejos, el ingeniero es lo suficientemente versátil para poder intervenir en los cinco dominios

del concepto Smart City. Sin perjuicio de lo anterior, hay algunos que son predominantemente de nuestra competencia, como es el de Smart Mobility.

4.1. Dominio de Movilidad Inteligente

En primer lugar atendemos a los retos que las ciudades de hoy día nos presentan en este dominio:

El primer reto viene dado por la creciente atracción hacia las ciudades, sumada al crecimiento demográfico, acompañado de la creciente demanda de calidad de vida del ciudadano. Antiguamente, se construían las ciudades con el único objetivo de tener un lugar para vivir, hoy día y cada vez más, la ciudad debe prestar un servicio y, como se reseñaba en la introducción, debe competir en sí misma, como reclamo de turismo en función de una serie de indicadores que miden la calidad de vida ofertada. Si se-

Fig. 5. Retos para la movilidad

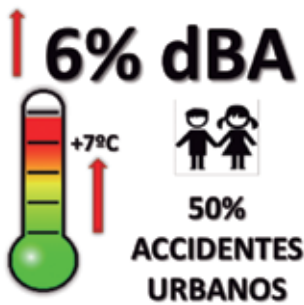


Fig. 6: Consecuencias de la presencia del vehículo privado

guimos entendiendo la ciudad como un lugar donde el protagonista es el vehículo privado irá en detrimento de la calidad del ciudadano y de su movilidad eficiente y segura. Esta afirmación está avalada por estudios que arrojan que la masiva presencia del vehículo privado en nuestras calles puede aumentar el ruido en un 6 % y es el responsable del 50 % de los accidentes urbanos, así como aumentar la sensación térmica en las grandes urbes en 7 °C.

Además, como consecuencia de la globalización en la que estamos inmersos, hay un incremento en el transporte de mercancías entre ciudades (incluso entre países). Esta entrada y salida masiva de mercancías obliga a las ciudades a crear puntos de intercambio y centros logísticos en las áreas metropolitanas o en zonas estratégicas y comunicarlas adecuadamente para dar un servicio de calidad sin que vaya en detrimento de la movilidad del resto de medios de transporte.

Asimismo, la asunción de responsabilidad por la disminución de las emisiones de CO₂, a partir del protocolo de Kioto por el cambio climático y el calentamiento global del planeta, hace que optemos por nuevos medios de transporte, para ello el diseño del

transporte público debe ser optimizada y mejorada en nuestras ciudades para potenciar su uso frente al del vehículo privado, así como sustituir la flota de los vehículos de transporte colectivo por vehículos eléctricos.

Por otro lado, tenemos el lastre de infraestructuras existentes que se quedan obsoletas, desde el punto de vista que dejan de ser útiles para lo que fueron concebidas. Sin embargo, se encuentran en medio de las ciudades y dada la escasez de recursos, no nos podemos permitir demolerlas y rehaerlas, por lo que la única opción es “reinventarlas”. Para ello debemos reordenarlas asignando diferentes usos mediante separaciones visuales, sin que lleguen a ser físicas para no ir en detrimento de la accesibilidad, pero sí que distintos materiales y texturas, nos permitan diferenciar un carril bici, de un carril bus o un carril VAO, asignando distintos usos al espacio público que antes sólo tenía uno, el vehículo privado.

4.2. ¿Cómo afrontamos los retos de Movilidad?

Para empezar, apoyándonos en las nuevas tecnologías podemos aprovechar los Sistemas de Información Geográfica para volcar toda la información de la que disponemos gracias a las redes Open Data de nuestras

Fig. 7. Soluciones propuestas a los retos para la movilidad



administraciones, alimentando las redes y ejes de las ciudades de toda la información posible extraída de estas redes. Parte de esta información se deberá actualizar de forma automática, esto será objeto de los datos dinámicos, a saber: densidad de tráfico, contenido de CO₂ en la atmósfera, horario de autobuses, metro, o cualquier medio de transporte colectivo, disponibilidad de plazas de aparcamiento, etc. otros serán datos fijos que tendrán un tratamiento distinto pero también serán útiles para la planificación de redes de transporte, como el censo de la población y la densidad de viviendas.

Por otro lado, como ya se apuntaba anteriormente, se debe hacer una gestión apropiada de la información existente, integrarla para aprovechar las sinergias que nos ofrece a la hora de la toma de decisiones para realizar nuestros desplazamientos. Por supuesto esto requiere un ejercicio previo de sensibilización del ciudadano y formación para hacer un uso eficiente de esta información de la que dispone.

Asimismo, como ya se apuntaba anteriormente, debemos reinventar el uso de las infraestructuras existentes, con el objeto de optimizar el espacio público. Las calles son las que son, y no podemos transformarlas, pero sí re-

ordenarlas. Para explicar este punto, vamos a apoyarnos sobre un ejemplo muy gráfico: véase lo que sucede en la siguiente calle en Seattle, donde en la imagen de la izquierda se ve la calle totalmente ocupada por vehículos (esta situación es muy frecuente en nuestras ciudades) donde hay 200 personas distribuidas en 177 coches, es decir la ocupación de los vehículos es de 1,13 personas/veh y en la imagen de la derecha es la misma pero quitando los coches en esta se puede apreciar el bajo aprovechamiento del espacio público.

Una buena gestión sobre esta vía, consistiría en sustituir este modo de transporte por otros más sostenibles y vemos en las imágenes siguientes cual sería el resultado. Todas las soluciones pasan por la aplicación de soluciones enfocadas a mejorar la movilidad desde el punto de vista de sostenibilidad, para ello, se sustituye el vehículo privado por otro medio más sostenible, a saber: la bicicleta, mejorando la ocupación en un 80 %, el transporte colectivo ya sea autobús o metro, donde la ocupación se reduce en un 85 % y por último fomentando la peatonalización de las calles, ganando un 95 % del espacio público.

Además de la mejora en ocupación de la vía, otra consecuencia directa de la

buna gestión del espacio público es la reducción del consumo energético del transporte colectivo es hasta cuatro veces menor que el transporte en vehículo privado.

Por tanto, queda en evidencia la necesidad de planificar las infraestructuras actuales y reordenarlas, así como tomar medidas para potenciar el uso de medios de transporte sostenibles así como potenciar la peatonalización, especialmente de los centros históricos.

4.3. Caso práctico Transformación de ciudad

Aquí se presenta de forma muy resumida las acciones a tomar para transformar una ciudad mediante un caso práctico teórico. Se presenta el entramado de calles de un centro histórico de una ciudad, donde el vehículo privado es el protagonista, y circula libremente por las calles obteniendo una imagen de ciudad invasivo y caótico (figura 10).

Y donde el transporte de mercancías circula sin control horario, y realizan las cargas y descargas a cualquier hora del día y sin respetar las zonas destinadas para ello. Asimismo los vehículos especiales pueden circular por todas las calles sin ningún control provocando una sobreocupación de las vías (figura 11).



Vía congestionada, 1,13 personas/veh



Misma imagen quitando los vehículos



Misma cantidad de personas pero en otro medio de transporte: la bicicleta



Misma cantidad de personas pero en autobús



Misma cantidad de personas pero en metro

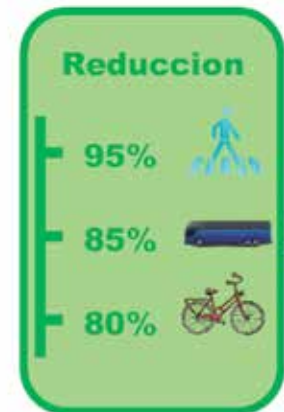


Fig. 9. Resultado obtenido en la ocupación de la vía al sustituir el vehículo privado

Fig. 8. Ejemplo de mejora de la ocupación de una calle mediante el uso de medios de transporte sostenibles

CASO PRÁCTICO DE UN MODELO ...

ANTIGUO MODELO DE TRÁFICO PRIVADO



Fig. 10. Imagen del modelo antiguo de ciudad teniendo como protagonista el vehículo privado

ANTIGUO MODELO DE TRÁFICO DE MERCANCÍAS



Fig. 11. Modelo de transporte de mercancías sin control horario e invasivo

... HACIA UN MODELO :

NUEVO MODELO DE TRÁFICO PRIVADO



Fig. 12. Modelo de ciudad con tráfico restringido y ejes vertebradores, aparcamientos disuasorios

... HACIA UN MODELO :

NUEVO MODELO DE TRÁFICO DE MERCANCÍAS



Fig. 13. Modelo de tráfico de mercancías con control horario y registro electrónico de rastreo de vehículos especiales

Realizando las medidas oportunas se puede transformar hacia un nuevo modelo de ciudad donde se reordenan las calles y sus sentidos de circulación, se deja acceso restringido a los residentes controlado mediante cámaras de video-vigilancia, y la red de transporte público que ya existía pero estaba infrautilizada, se reordena, haciéndola más eficiente y se potencia su utilización. Se deja una red básica perimetral y un eje vertebrador para repartir el tráfico y especial mención a la implantación de aparcamientos disuasorios, estratégicamente situados en las zonas perimetrales y asegurando buena conexión con otros medios de transporte para facilitar la movilidad. A la postre se obtiene un modelo bien definido y seguro (figura 12).

Asimismo, para el transporte de mercancías, se crean unos itinerarios de entrada y salida para los vehículos especiales de mercancías, se realiza un control horario de las zonas de carga y descarga. El funcionamiento consistiría en que el transportista está obligado a realizar la reserva en la zona de carga y descarga, comprobando qué zona está disponible, una

vez reservado, hace su ruta, realiza la carga y/o descarga dentro del marco horario destinado para ello y una vez concluida esta ventana horaria vuelve a su punto de origen. Se crea un registro electrónico de estos vehículos especiales que permita rastrearlos y verificar que están actuando conforme a este nuevo sistema, teniendo algún tipo de sanción si no realizan la reserva con antelación (figura 13).

La consecuencia de aplicar estas medidas es que las ciudades sufren una transformación muy importante sin incurrir en un gran gasto. Donde antes había unas altas emisiones de CO₂ y una presencia del vehículo privado con más de 2600 vehículos en hora punta y con una ocupación del espacio de las ciudades de un 62 % por el coche, dejando sólo un tercio del espacio al peatón, (imagen de la izquierda en la figura 14), en el modelo nuevo de ciudad se le devuelve el espacio al peatón con un 92 % destinado para él, y se reduce a un tercio del número de vehículos en hora punta y por consiguiente también las emisiones del CO₂ en un 82 %.

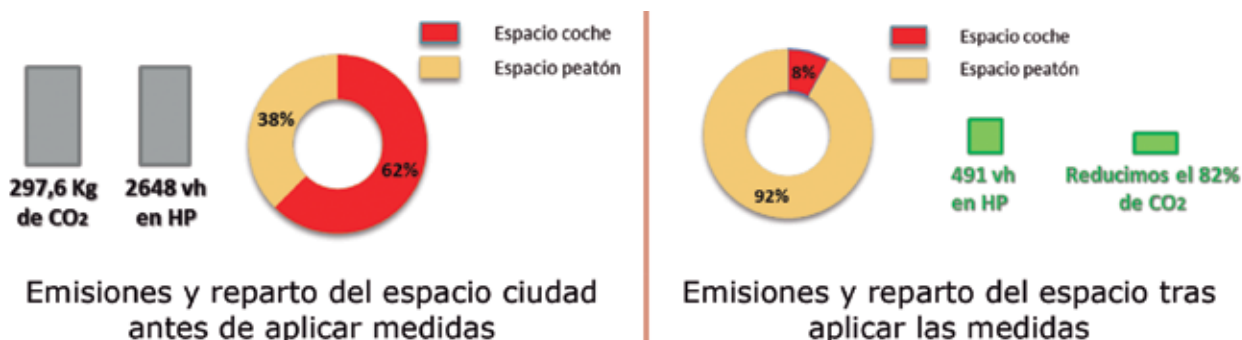


Fig. 14. Efectos de la transformación de la ciudad

5 Otros dominios y reflexión final

Pese a habernos centrado con especial mención en el dominio de la Movilidad, el ingeniero de Caminos tiene un amplio campo de actuación en el resto de dominios. Por ejemplo en el de Smart Water, además de las actuaciones desde el punto de vista de gestión del suministro adaptado a la demanda, y su posibilidad de actuar en cualquier parte del ciclo integral del agua:

Hay un campo de actuación que es de nuestra competencia y nuestra obligación. Se trata de la mejora de depuración para conseguir alcanzar el objetivo impuesto por la Directiva Europea del 2000/60/CE, donde establece el Vertido 0. A continuación se presenta un esquema del marco legal en el ámbito de depuración:

Objetivo que estamos todavía lejos de alcanzar, por lo que si queremos una verdadera transformación de nuestras ciudades este tipo de servicios básicos se deben alcanzar. Estas actuaciones pueden acometerse de forma paralela a todas las comentadas en este artículo, pero dejo aquí una reflexión, ¿de qué nos sirve ciudades aparentemente reconvertidas, con vehículos eléctricos de última generación y con grandes corredores peatonales con paneles de información para el ciudadano, si tenemos zonas tan vulnerables en nuestros ríos y nuestras playas habiendo ciudades que viven de cara a estas masas de agua continentales? Como sensibilización se muestra la imagen del estado de los ríos en Andalucía según el Plan Hidrológico de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas:

En la imagen se pone de manifiesto que queda mucho por hacer. Sin perjuicio de lo anterior, en los últimos años se están tomando medidas para paliar y mejorar esta foto de nuestras masas de agua continentales y subterráneas, y confiamos que en el 2030, las ciudades españolas puedan presumir de ser sostenibles en todos los ámbitos. Desde nuestro colectivo se debe convertir en uno de nuestros principales objetivos a alcanzar en los próximos 13 años. 🌐



Fig. 15. Ciclo Integral del Agua

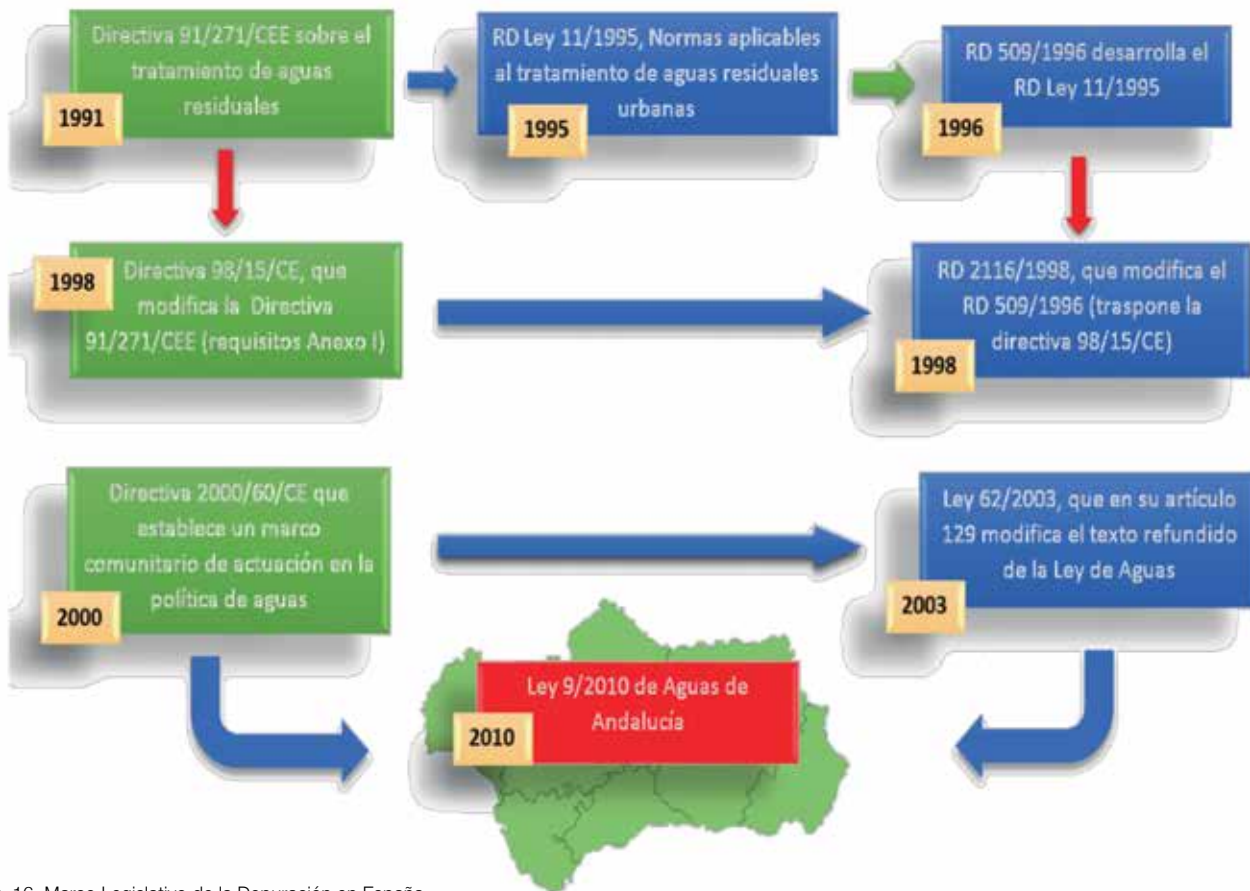


Fig. 16. Marco Legislativo de la Depuración en España

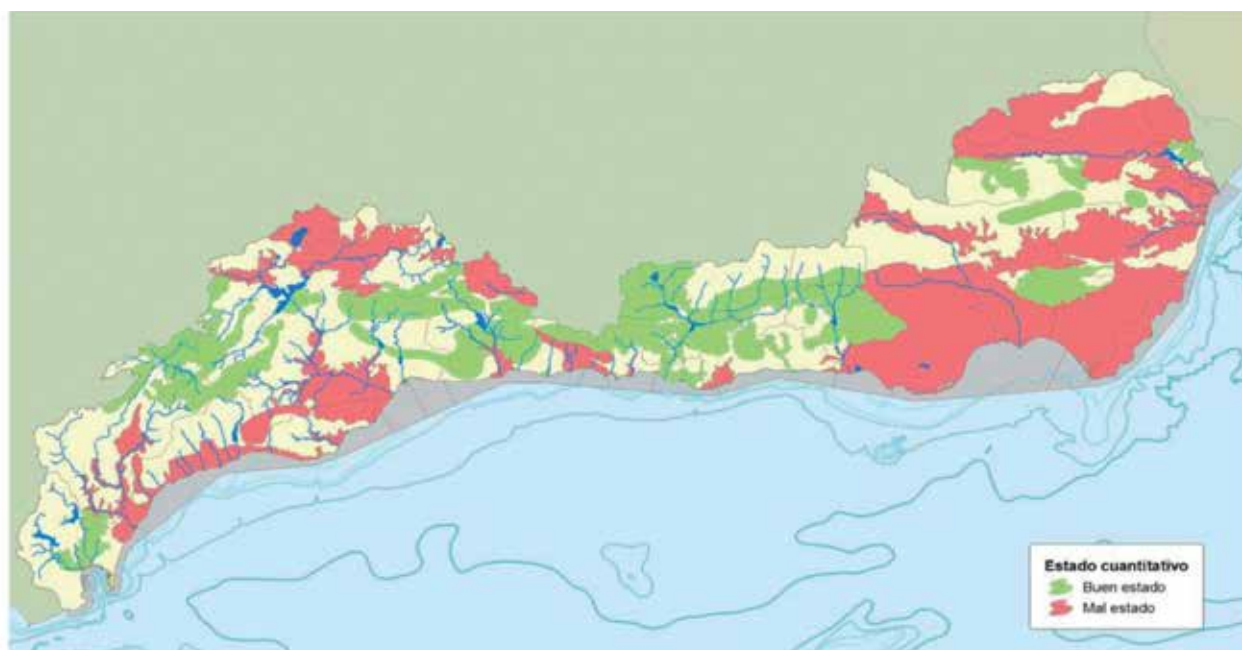


Fig. 17. Zonas vulnerables en las Cuencas Mediterráneas Andaluzas a causa de los vertidos directos sin depuración