

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID



**DEPARTAMENTO DE TEORIA DE LA SEÑAL Y
COMUNICACIONES**

PROYECTO FIN DE CARRERA

**ESTUDIO PARA UN PLAN DIRECTOR DE MADRID
CIUDAD INTELIGENTE**

Autor: Luis Ángel Recio García – Cervigón

Tutor: Antonio Castillo Holgado

Mayo, 2012

Índice

Objetivo *i*

PARTE I: CARACTERISTICAS GENERALES DE UNA CIUDAD INTELIGENTE 1

1.. Introducción y Motivación 2

1.1. ¿Qué es una Ciudad Inteligente? 4

1.2. ¿Por qué son necesarias las Ciudades Inteligentes? 6

2. Las Smart Cities: una visión de futuro y una realidad 9

2.1. La realidad de las Ciudades Inteligentes 9

3. Tecnologías para la Ciudad Inteligente 13

3.1. Tecnologías para la recolección de los datos 13

3.2. Tecnologías para la recopilación de los datos 15

3.3. Tecnologías para la transmisión de los datos 18

3.4. Tecnologías para el almacenamiento y análisis de los datos 20

3.5. Tecnologías para la provisión de los datos 21

4. Internet de las Cosas y M2M 23

4.1. Que entendemos por “cosas” en la Internet de las Cosas 23

4.2. ¿Cómo de inteligente son las cosas hoy día? 29

4.3. El internet del Medio Ambiente 30

4.4. La Internet de los Consumidores	31
4.5. Las tres capas básicas de la Internet de las Cosas	33
4.5.1. La miniaturización: el hardware que hace posible la IoT	34
4.5.2. ¿Está la infraestructura preparada para la IoT?	35
5. El papel del software en la Internet de las Cosas	36
6. El ecosistema de las Smart Cities	37
6.1. Ecosistema para la provisión de servicios	38
7. Modelos de negocio de los servicios de la ciudad inteligente	42
7.1. Modelo de negocio de los servicios	42
7.2. Modelo objetivo de una Smart City	47
7.2.1. Estrategias en ciudades de nueva creación	47
7.2.2. Estrategias en ciudades que afrontan cambios y modernizaciones	48
8. Elementos clave para el desarrollo de las Smart Cities	49
8.1. Pacto entre Alcaldes	49
8.2. Potencial	51
8.2.1. Reducción de emisiones	51
8.2.2. Beneficios generales	53
9. Análisis del índice de ciudades inteligentes en España	55
9.1. Metodología	55
9.2. Ranking de Ciudades Inteligentes	56
9.3. Las cinco mejores ciudades	57
9.4. Matriz de Ciudades Inteligentes	61
10. Tecnologías de la Información y las Comunicaciones al servicio de las ciudades	62
10.1. Las comunicaciones. Elementos básicos	63
10.1.1. Tecnologías de banda ancha cableadas	70
10.1.2. Tecnologías de banda ancha inalámbricas	72

PARTE II: APLICACIÓN DE UNA CIUDAD INTELIGENTE A LA CIUDAD DE Madrid	79
11. Madrid: Ciudad Inteligente y participativa	80
11.1. Situación actual de Madrid	85
11.2. ¿Qué necesita Madrid para ser inteligente?	92
11.3. Camino hacia la transformación de una Ciudad Inteligente	95
11.4. Servicios para la Ciudad Inteligente	98
11.5. Áreas temáticas	101
11.5.1. Movilidad	101
11.5.1.1. Gestión del tráfico en tiempo real	103
11.5.1.2. Vehículo eléctrico y sus infraestructuras	108
11.5.1.3. Gestión de la movilidad integrada	110
11.5.1.4. Transporte público	112
11.5.1.5. Gestión de plazas de aparcamiento	113
11.5.1.6. Gestión de semáforos inteligentes	117
11.5.2. Energía y medio ambiente	119
11.5.2.1. Contadores inteligentes	124
11.5.2.2. Gestión inteligente del alumbrado público	128
11.5.2.3. Recogida inteligente de residuos	132
11.5.3. Edificación	137
11.5.3.1. Sistemas de Gestión de Edificios e Inmótica	142
11.5.3.2. Edificación sostenible y ecológica	145
11.5.4. Agua	151
11.5.4.1. Gestión inteligente del riego de parques y jardines	153
11.6. Proyecto Smart Madrid	157
12. Impacto potencial en el sector industrial	162
13. Recomendaciones	164
14. Conclusiones y trabajos futuros	166

PARTE III: DOCUMENTOS COMPLEMENTARIOS	169
15. Planificación temporal del proyecto	170
16. Presupuesto del proyecto	190
17. Apéndices	193
Apéndice A: Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER)	194
Apéndice B: Programa de Fomento de la Investigación Técnica (PROFIT)	197
18. Bibliografía	200

Objetivo

El objetivo del proyecto, es proponer a la ciudad de Madrid como firme candidata a ser una ciudad inteligente puesto que, ya está empezando a serlo. Madrid posee mucho de tecnología e innovación, campos que pueden facilitar la vida en las ciudades. Además de estar muy de moda hoy día, las Smart Cities llaman a la puerta de las empresas como una oportunidad de negocio, de mejorar las ciudades, de ahorrar, además de dotarlas de tecnologías. Cuando hablamos de ciudades inteligentes, dotamos de inteligencia a cualquier aspecto o acción de las ciudades. Acciones como la recogida de basura o incluso el regar los jardines cuando lo necesitan, son ámbitos donde se puede mejorar la inteligencia de una ciudad. Los ciudadanos podrán percibir como Madrid puede ir evolucionando con proyectos de inversión eco-eficientes y que a corto o incluso medio plazo pueden condicionar la vida de los ciudadanos. El margen es tan amplio, en cuestión de mejora de una ciudad, que da la oportunidad de negocio a muchas empresas de entrar en este proyecto en los próximos años. Hoy por hoy, Madrid necesita reactivar su economía con proyectos, y es este sector de la tecnología y de la innovación una de las posibles soluciones.

La población urbana ha superado a la población rural y el patrón de crecimiento en muchas ciudades es insostenible por ser ciudades expansionistas con lo que a su vez son grandes consumidoras de recursos, con las consecuencias en el medio ambiente y en la sociedad. Estas ciudades no están preparadas para albergar tanta cantidad de gente por lo que tiene que haber una eficacia energética y un claro ejemplo de esto es Madrid. Madrid ocupa el segundo lugar entre las ciudades de la UE por población, tras Berlín, y en los últimos años su población ha crecido en casi un 19 %. De ahí la importancia de tener ciudades más inteligentes, dotadas de tecnología al servicio del ciudadano, con una mejor calidad de vida.

El reto es conseguir una ciudad inteligente que sea eficiente, por lo que la ciudad de Madrid deberá responder a unos ejes básicos: se abordaran temas como el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC), para transformar la manera de operar en áreas como el medio ambiente, la generación y utilización de energía, la mejora de la gestión de la movilidad, la edificación, el cambio del ciudadano a un ciudadano conectado que vive con las nuevas tecnologías y está conectado con ellas, la

propia administración, la gestión pública que gaste mucho menos y que sea mucho más eficiente con el fin de que se adapte más al ciudadano y, por último, la propia ciudad y sus infraestructuras, el disponer de una infraestructura de comunicaciones inalámbricas con el fin de mantener conectados a los ciudadanos con los servicios. Todo esto tiene una única base, que son las tecnologías de la información y su propia evolución.

Para asegurarse de que una ciudad inteligente sea capaz de responder a esta demanda de información, hace falta que la ciudad tenga una buena conectividad, con nuevos protocolos de conexión que ya están siendo investigados, con un menor coste tanto energético como de comunicación y un abaratamiento del coste de los objetos que puedan tener conectividad, para lo cual una opción muy factible es trabajar con *Arduino*, hardware muy barato y libre, que puede dar vida a los objetos, con el fin de que un dispositivo se pueda comunicar con otro de una manera mucho más barata. Otro de los pilares fundamentales es obtener datos de los sensores para construir aplicaciones y dotar de servicios.

Con todo esto, la propia ciudad consigue un ahorro en la gestión que compensa las inversiones en la tecnología. En el caso de la energía se podría conseguir un ahorro entre el 20% y el 40% del presupuesto de ese ámbito y obtener una gran rentabilidad a corto plazo. Para una empresa privada el poder participar en este tipo de proyectos es un caramelo muy jugoso.

El proyecto intentará mejorar todos los servicios, todas las funcionalidades y entornos de la ciudad. Las Smart Cities quieren demostrar que son un motor económico para los próximos años, en los que Madrid será un referente: poder hacer las cosas mejor y más económicas. Se pretende conseguir que se pueda ahorrar una cierta cantidad de dinero y reducir los gastos en las operaciones del Ayuntamiento de Madrid. Pero, evidentemente, para que esto se haga realidad hay que hacer inversiones, se necesita un plan de financiación avanzado, modelos de financiación que realmente permitan desplegar las prestaciones que necesitan las ciudades inteligentes y así poder ofrecer al ciudadano un servicio mejor y más eficiente.

Lo que se espera con este tipo de soluciones tecnológicas o la implantación de estas tecnologías para las ciudades, es el poder desarrollar o gestionar los procesos o servicios tanto públicos como privados por los cuales se rige una ciudad. Se trata de no hacer las cosas más difíciles y costosas cuando pueden ser más fáciles y más económicas.

Hoy por hoy, España está metida en el gran proyecto de las ciudades inteligentes y algunas ciudades de España han alcanzado el nivel de algunas ciudades europeas. Madrid, como gran ciudad y punto de referencia a nivel europeo o incluso mundial, intenta dar sus primeros pasos e ir dotando de inteligencia a ciertas zonas de la ciudad, incluyendo nuevas acciones, aunque todavía queda mucho por hacer.

Cuando hablamos de ciudades inteligentes, abarcamos un sector muy amplio, y eso hace que pueda haber oportunidades de negocio en este sector emergente. El negocio tiene mucho que ver con la mejora de la eficiencia de los procesos de gestión de las ciudades. Se dispone de poca información para poder gestionar una ciudad pero, si dispusiéramos de más información, esta se podría gestionar de una forma más eficiente.

Se pretende conseguir una revolución tecnológica, que la ciudad se convierta en una ciudad sensorizada con un gran despliegue de sensores de larga duración, sin cables y que cuesten poco dinero. Internet se convertirá en el sistema nervioso central de las ciudades. Será un primer paso de lo que luego será con la extensión de Internet a la Internet de las Cosas (IoT), que conectará las ciudades y las cosas, que estarán dotadas de vida a través de una red inalámbrica o una conexión 3G, mandando información de gran valor que nos va a dar una gran cantidad de datos diferentes. En una ciudad inteligente se dispondrá de una gran cantidad de datos, se sabrá todo lo que pasa en ella y todo estará a disposición del ciudadano, de modo que, en cualquier momento, se le pueda mostrar la información que necesita.

Tanto los Smartphones como las **herramientas 2.0**¹ y también la Internet de las Cosas (IoT) tendrán un papel fundamental para la transmisión de los datos que posibilita que todos estos servicios, que se crean en base a los datos recogidos por los sensores, estén en el sitio y en el momento adecuado para los ciudadanos que demandan esos servicios.

Para poder obtener los datos que la propia ciudad genera, habrá que disponer de una amplia red de sensores. Esta es la base: los sensores, que, repartidos por toda la ciudad, con la finalidad de conseguir la información, permiten que después esta pueda ser gestionada de una forma más eficiente. Este tipo de ciudad generará una gran cantidad de datos, tanto de salud, como de tráfico o de movilidad. Todos estos datos habrá que recogerlos, procesarlos y analizarlos para proveer de servicios y de aplicaciones útiles a los ciudadanos.

Tanta información trae consigo el disponer de un sistema de comunicación y de un sistema de gestión de datos. Tiene que haber una conexión con los agentes que hoy gestionan los servicios, haciéndolos más eficientes en su gestión con los nuevos datos. Esto, a su vez, podría ahorrar una cierta cantidad de dinero, nos permitiría tener una ciudad mucho más sostenible y unos entornos más agradables.

Madrid debe ser un lugar mejor para vivir, trabajar y visitar. Para ello, debe afrontar con rotundidad y coraje los cambios de paradigma que la conviertan en una ciudad eficiente que llegue a ser ejemplo de transformación hacia la sostenibilidad urbana, tiene que poner las bases para ser una ciudad sostenible, conociendo y utilizando sus propios recursos y haciéndolo de forma eficiente y responsable.

¹ Son aquellas que surgidas de la web 2.0 o “Web Social” que nos permite dejar de ser un receptor de comunicación a pasar a tener la oportunidad de crear y compartir información y opiniones con los demás usuarios de internet.

La inteligencia de las ciudades se mide en base a múltiples variables, hasta 94 indicadores claves y 23 criterios distintos de evaluación divididos en varios grupos, se consideran las características para la transformación, a través de proyectos de edificación, movilidad, energía o medio ambiente. La ciudad de Madrid está posicionada en el cuarto puesto como ciudad más inteligente de España. Para mejorar esta situación el proyecto propone varias medidas como el desarrollo de un plan de ciudad eco-eficiente, en la que se integren las fuentes de energías renovables en la red eléctrica de la ciudad. Como un consumo eficiente de la gasolina a la hora de encontrar una zona de aparcamiento, teniendo un servicio de información de plazas libres. Como el dotar de una solución eficiente para el transporte urbano, introduciendo el coche eléctrico e incluso una solución al transporte público, ya que este no soluciona el problema de evitar el uso del coche privado: el reto es cómo dar una solución entre el kilómetro cero y el kilómetro de destino, de donde estamos a donde queremos ir. Como el mejorar las condiciones de energía y de medio ambiente poniendo sensores repartidos por la ciudad. Incluso se pueden mejorar los servicios de emergencias, a partir de un único centro de control, mejorando el tiempo de respuesta.

Madrid tendrá que apostar por las estrategias de inteligencia colectiva para aumentar la prosperidad y competitividad local, la colaboración en el desarrollo de capacidades, al igual que el desarrollo de estrategias conjuntas de innovación inteligente. La creación de infraestructuras mucho más eficientes que disminuyan el impacto hacia el medio ambiente, lo que aumentará la satisfacción de los ciudadanos, las empresas y agentes locales, así como la aplicación de políticas basadas en desarrollos tecnológicos para alcanzar una sostenibilidad ambiental y social.

La finalidad de este proyecto es la divulgación de los avances tecnológicos y proyectos basados en el desarrollo de las ciudades, el uso de las nuevas tecnologías entre las empresas y los ciudadanos para lograr un Madrid mucho más interactivo y más cercano al ciudadano.

PARTE I

**CARACTERISTICAS GENERALES DE UNA
CIUDAD INTELIGENTE**

Capítulo 1

1. Introducción y Motivación

Conforme nos vamos adentrando en el siglo XXI, cambia de modo significativo lo que pueden hacer las ciudades para aumentar el crecimiento, la prosperidad y el bienestar social. Las ciudades de hoy en día son densas redes de intercambio de información, bienes y personas, así como centros de innovación y gestión del conocimiento. El rápido cambio que experimentan las sociedades modernas crea la necesidad de un desarrollo estratégico que ofrezca una innovación constante y una renovación de los procesos y de la actitud de las personas.

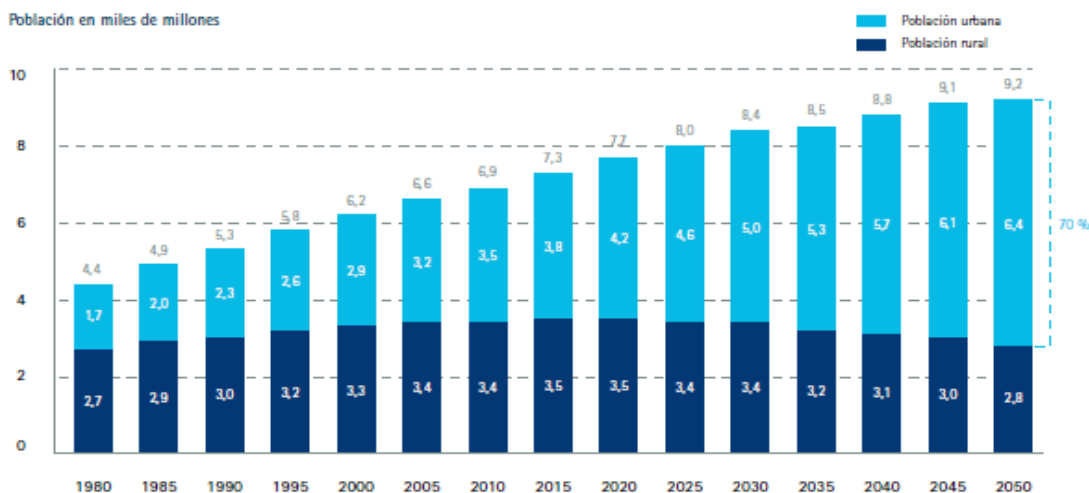
Ya en el 2007 la población urbana supero a la población rural en el mundo. Algo más del 50% de la población mundial vive actualmente en mega ciudades y otras áreas urbanas. Para el año 2050 según las previsiones de Naciones Unidas, se espera que esa cifra ascienda al 70%, lo que hace más necesario conseguir que las ciudades sean más inteligentes, sostenibles, atractivas y habitables.

En realidad, el hecho de si una ciudad es grande o pequeña depende de dónde se encuentre cada uno. La cuestión es la escala, que es relativa para cada uno, y por ello, en este estudio, entenderé por ciudad la que tiene un impacto significativo en la economía y el desarrollo de la propia ciudad, ya sea social y medioambiental. La propia ciudad esta en constante lucha, que intenta mejorar la calidad de vida de sus habitantes y responder a sus necesidades en todos los aspectos.

Todo un reto para los que organicen las grandes urbes. En España, el boceto del futuro es bastante similar: su población crecerá hasta 2030 el 7,5%, con sus habitantes cada vez más concentrados en menos espacio, por lo que la densidad de población

aumentara un 23%, de los 80 habitantes por kilómetro cuadrado pasara a los 98. El porcentaje de población urbana pasara de un 76% a un 82% en 20 años.

División de Población



Fuente: División de Población del Departamento de Asuntos Sociales y Económicos de la Secretaría de Naciones Unidas

Hoy, la mitad de la población vive en una ciudad y el número crece de manera constante cada año. Además, a medida que aumenta la proporción de personas que emigran hacia los grandes centros urbanos, la influencia aumenta de forma significativa. Una ciudad brinda oportunidades personales y profesionales, creatividad, estímulo económico, elevada productividad, etc. Sin embargo, la urbanización masiva también plantea riesgos para el planeta en forma de un exceso de emisiones de carbono y de residuos además de un elevado consumo de recursos no renovables. Por lo tanto, las ciudades tienen una gran responsabilidad con respecto a la gestión eficaz de las personas y el medio ambiente, pero no solo la propia ciudad sino que también los Ayuntamientos, las empresas y los habitantes.

Las ciudades tienen un gran impacto en el desarrollo económico y social. Son verdaderas plataformas donde las personas viven y trabajan, donde las empresas desarrollan su actividad y se prestan diversos servicios, además de buenas consumidoras de recursos. Se estima que en la actualidad las ciudades son responsables del gasto del 75% de la energía y generan el 80% de los gases responsables del efecto invernadero. Las Administraciones públicas han de plantearse una evolución de los modelos de gestión de las ciudades. Para ello, la aplicación de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) se hace imprescindible, que adelanta, la que ha dado en denominarse Internet de las cosas y la propia Internet del futuro.

En el transcurso del proyecto veremos como los agentes municipales adoptaran un papel crucial para llevar a cabo una ciudad de futuro, además de adoptar un nuevo enfoque respecto a las redes y los espacios de diálogos con los ciudadanos, de modo que sea posible el crecimiento estratégico y el desarrollo sobre una base sostenible.

Esta necesidad de gestionar los recursos desde una perspectiva sostenible coincide con otro objetivo que es la necesidad de crear un entorno económico y social en el que los ciudadanos puedan vivir y trabajar de una forma más ecológica y eficiente.

1.1. ¿Qué es una Ciudad Inteligente?

Una ciudad inteligente la definimos como aquella ciudad que usa las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), para hacer que tanto las infraestructuras, como sus servicios públicos o privados sean más interactivos, eficientes y que puedan interactuar con los ciudadanos con una mayor facilidad garantizando un desarrollo económico sostenible. Son las inversiones realizadas en la ciudad, las que fomentan precisamente un desarrollo económico sostenible y la calidad de vida para los ciudadanos, con una gestión de los recursos a través del gobierno participativo.

Una ciudad inteligente tiene que ser capaz de ver qué sucede a lo largo del tiempo, ser capaz de analizar, de extraer conclusiones y de definir la realidad del momento. Debe desarrollar sus puntos fuertes y limar sus puntos débiles, así de este modo, se pueden crear perspectivas de futuro, ideas y estrategia.

Una ciudad inteligente es aquella ciudad que esta comprometida con su entorno, tanto desde el punto de vista medioambiental como en lo relativo a los elementos culturales e históricos, y donde las infraestructuras están dotadas de las soluciones más avanzadas para facilitar la interacción del ciudadano con los elementos urbanos, haciendo su vida mucho más fácil.

Las ciudades inteligentes y la Internet de las cosas, son dos conceptos que van muy unidos. Ambos conceptos tienen en las comunicaciones M2M (máquina a máquina) su fundamento la que está llamada a ser la Internet del futuro. Precisamente, esa Internet del futuro no solo consistirá en la conexión de cada vez más personas, sino en el planteamiento de un mundo mucho más digital, en el que todo podrá estar conectado. Desde dispositivos, hasta objetos del mundo físico que habitualmente no disponían de esa conexión; es el caso de los elementos urbanos, de los edificios, los coches, etc. Y en general todo aquello que haya que gestionar o controlar. Sin duda esta nueva visión de la red, va a conllevar una nueva forma de gestionar las cosas, cualquier infraestructura, una empresa, una ciudad.

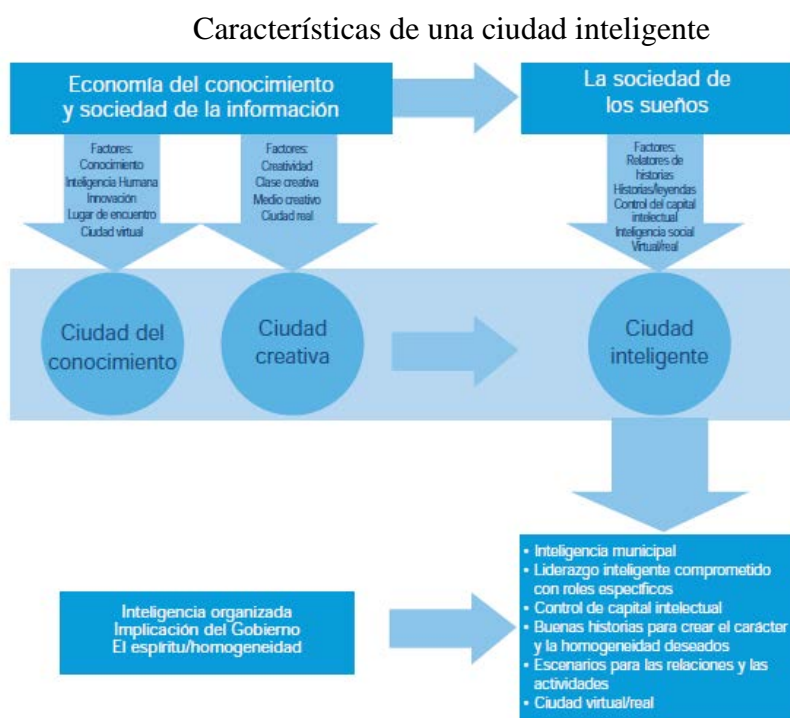
La ciudad inteligente se convierte en una plataforma digital que maximiza la economía, la sociedad, el entorno y el bienestar de las ciudades, y facilita el cambio hacia

un comportamiento más sostenible entre los agentes: usuario, empresa y la administración. Busca aprovechar al máximo los presupuestos públicos, gracias a los procesos propios de la ciudad y sus habitantes. Por otro lado, permite habilitar nuevos modelos de negocio, constituyendo una plataforma excelente para la innovación. Una ciudad inteligente es un sistema complejo, un ecosistema en el que intervienen múltiples agentes y que resultaría muy difícil de abordar individualmente.

Una ciudad inteligente es un espacio urbano con infraestructuras, redes y plataformas inteligentes, con millones de sensores dentro de los que hay que incluir a sus propios habitantes. Un espacio que es capaz de escuchar y de recoger la información de lo que está pasando en la ciudad, con ello permite tomar mejores decisiones y proporcionar los servicios adecuados a sus habitantes en base a la información.

Las ciudades deben estar orientadas hacia el futuro, analizar lo que es importante el día de mañana y descubrir lo que será importante en su futuro. Necesita recopilar información que les permita crear escenarios concretos y prever las tendencias futuras. Además, la ciudad inteligente necesita de líderes comprometidos que sepan motivar a la ciudadanía y crear un determinado estado de ánimo para hacerles partícipes en la ciudad.

En cualquier caso, las ciudades necesitan perspectivas de futuro claras e interesantes, tienen que tener sueños de cara al futuro. Además, lo más importante es saber transmitirlos a la ciudadanía, para que ésta sea consciente de lo que se puede lograr en el futuro.



Fuente: Radovanovic, D.

1.2. ¿Por qué son necesarias las Ciudades Inteligentes?

Sin lugar a dudas las ciudades inteligentes están llamadas a convertirse en una de las herramientas más potentes en políticas públicas en el ámbito de las ciudades en los próximos años. Integrar el uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones en la evolución de una ciudad no solo va a suponer mejoras notables en los servicios, sino que va a constituir en sí misma una vía sostenible para el desarrollo económico y social en los próximos años de la economía de las ciudades y, por lo tanto, de la economía de los países.

Desde la perspectiva de los responsables municipales de los servicios prestados en la ciudad, el desarrollar una ciudad inteligente va a ayudar en la gestión automática y eficiente de las infraestructuras urbanas, lo que aporta ventajas evidentes: reducción de gastos, y una mejora en sí de los propios servicios prestados. En la práctica, los beneficios van a ser más amplios, e irán desde la posibilidad de crear nuevos servicios que respondan mejor a las necesidades específicas de cada ciudad, hasta la posibilidad de identificar los problemas futuros y ponerles una solución más adecuada y eficiente.

Ahorro en la provisión de servicios en el marco de una Smart City

Área de aplicación	Ahorro
Riego de parques y jardines	15% del agua utilizada
Recogida de basuras	25% en requerimiento de transporte según el tipo de residuos
Gestión del tráfico	17% de emisiones de CO ₂ a la atmósfera
Smart Metering	10% en el consumo de energía eléctrica. 7% en el consumo de agua particular

Fuente: Telefónica.

Desde el punto de vista del gestor municipal como el responsable de la evolución de la ciudad, la Smart City es la plataforma ideal para plantear un entorno para la innovación y la apertura a nuevos negocios e ideas. Constituye una herramienta muy consolidada para favorecer el crecimiento económico y el desarrollo social. Permite que terceros, ya sean la empresa o los propios ciudadanos, puedan ayudar a resolver los problemas de las ciudades. Si las infraestructuras de la ciudad son planteadas desde el inicio de una manera lo suficientemente flexible para que tenga en cuenta todas las necesidades, estas podrán ser utilizadas en el futuro para proporcionar servicios adecuados y avanzados que en un principio ni se imaginaban en el despliegue de las infraestructuras. Permitirá la entrada a nuevos proveedores de servicios que contribuyan

así a rentabilizar los costes de implantación y a garantizar la sostenibilidad de dichas infraestructuras.

Sin embargo, la tecnología por si sola no hace que las ciudades sean más sostenibles y atractivas; el reto de la integración supone ir más allá del aspecto tecnológico. Incluye todo el conjunto de servicios y capacidades de la ciudad, entre los que cabe citar: la gestión de los recursos naturales, el transporte, los edificios, la salud y la seguridad, la gestión de los residuos, la educación, la cultura y sobre todo la Administración pública.

En definitiva, una ciudad inteligente viene a apoyar el desarrollo de las ciudades, en la mejora de sus problemas actuales, servicios, infraestructuras como en la gestión e identificación de sus problemas futuros que pudieran surgir en la ciudad.

Fuente de valor de una Smart City

Reduce el gasto público	Se reduce el gasto público dedicado a la provisión y gestión de los servicios públicos.
Incrementa la eficiencia y la calidad de los servicios	Es posible realizar una gestión más eficiente de los recursos y mejorar la calidad de los servicios prestados.
Ofrece soporte a la toma de decisiones	Facilita la identificación de las necesidades de la ciudad y el planteamiento de nuevos servicios para ofrecerles soporte.
Favorece la innovación	Ofrece una plataforma ideal para innovar, incubar nuevos negocios e ideas y en general favorecer el desarrollo social.
Ofrece información en tiempo real	Mejora el grado de conciencia de los ciudadanos sobre el entorno en el que habitan proporcionando información que fluye en tiempo real y, al mismo tiempo, mejora la transparencia de la Administración.

Fuente: Telefónica.

Desde la perspectiva de los responsables municipales de los servicios al ciudadano, la forma de gestión automática y eficiente de las infraestructuras urbanas aporta algunas ventajas evidentes: por un lado la reducción del gasto, y por otro lado la mejora de los servicios. En la práctica, los beneficios van desde la posibilidad de crear nuevos servicios que respondan mejor a las necesidades de los ciudadanos, hasta las ventajas añadidas específicas propias de cada servicio en concreto, por ejemplo, la mejora de la movilidad, el ahorro energético, etc. La envergadura de este tipo de proyectos hace que solo se puedan abordar con suficientes garantías de éxito desde un sólido compromiso entre las instituciones públicas-privadas, para su financiación, y los líderes tecnológicos para la investigación.

Las necesidades y preferencias de los ciudadanos son muy diversas. Por ello, la mayor parte de las acciones llevadas a cabo en las primeras fases de implantación de

proyectos Smart City están orientadas a proporcionar servicios para los cuales existe una demanda evidente.

No obstante, si las infraestructuras se plantean desde el inicio de una manera lo suficientemente flexible, podrán ser utilizadas en el futuro para proporcionar servicios avanzados, que probablemente ni se imaginaban en un principio en su despliegue. También hará viable económicamente proporcionar soluciones para colectivos más reducidos, permitiendo la entrada de nuevos proveedores de servicios, contribuyendo así a rentabilizar los costes de implantación de dichas infraestructuras y que puedan garantizar su sostenibilidad.

En el entorno urbano se dan condiciones necesarias para que la aplicación de las tecnologías de la información alcance la importancia necesaria para que su implantación se rentabilice en plazos más cortos gracias a las propias ventajas de las economías de escala. Por este motivo, las Ciudades Inteligentes están acaparando cada vez más la atención de los ciudadanos y de los responsables de las Administraciones Públicas, que ven en esta apuesta por la modernización de las infraestructuras urbanas una solución a algunos de sus problemas más cotidianos.

Son las ciudades más importantes las que suelen disponer de mayor capacidad financiera, y de una cierta ventaja competitiva a la hora de abordar proyectos y actuaciones para dotar de inteligencia a sus infraestructuras. No obstante, la actual situación económica y las limitaciones presupuestarias motivadas por el endeudamiento de los Ayuntamientos, hacen que no se puedan establecer unas reglas claras al respecto.

Desde el punto de vista tecnológico, implantar soluciones avanzadas en la mayor parte de los sectores implica abordar diversos retos tecnológicos. Uno de los más significativos, es el procesado de grandes volúmenes de información en tiempo real, transformando en conocimiento los datos recogidos de forma automatizada. Para ello, son necesarias ciertas plataformas que soporten las comunicaciones entre máquinas (M2M o Machine to Machine), facilitando que los objetos se comuniquen entre sí. También es necesario disponer de las plataformas suficientes y necesarias para construir servicios avanzados capaces de automatizar procesos, elaborar contenidos o simplemente generar avisos acordes a nuestras necesidades.

Capítulo 2

2. Las Smart Cities: una visión de futuro y una realidad

2.1. La realidad de las ciudades inteligentes

En el ámbito global se han lanzado algunas iniciativas de ciudades inteligentes o se están sometiendo a evolución en la actualidad. Aunque no todas estén consiguiendo los resultados previstos o sufran de manera periódica la falta de nueva financiación, la amplia mayoría se va desarrollando de forma gradual.

Existen varios proyectos que se están ejecutando en una o más áreas del concepto de inteligencia. Se pueden clasificar estas iniciativas en tres grupos principales:

- Servicios avanzados para el ciudadano (movilidad, gestión del tráfico, sistemas avanzados de pago del aparcamiento, etc.)
- Tecnologías dominantes (banda ancha e infraestructuras de comunicación sistemas avanzados de reciclaje, etc.)
- Sostenibilidad climática/energética (uso de paneles solares, implementaciones de contadores inteligentes y red de distribución eléctrica inteligente, etc.)

Dentro del contexto de las ciudades inteligentes, la infraestructura energética (electricidad, calefacción y refrigeración) suele desempeñar un papel crucial y también se utiliza para respaldar otros componentes como el transporte y la construcción.

En Europa, por ejemplo, Ámsterdam ha allanado el camino, seguida de Malta o de Málaga Smart City y de muchas otras. La ciudad de Madrid también está promoviendo acciones para un medio ambiente (residuos y calidad del aire), unos servicios urbanos y una movilidad inteligente. Alemania, es un claro ejemplo de cómo responder a los principios de sostenibilidad con un enfoque integral respecto a la planificación urbana y al diseño arquitectónico (“viviendas pasivas”). Austria, diseñó y promovió Solar City, que utiliza exclusivamente energía solar. Otras muchas ciudades han introducido las tarjetas multifuncionales que permiten el acceso a distintos productos y servicios: autobuses, bibliotecas, museos, bicicletas o incluso el alquiler de vehículos eléctricos. Otras ciudades en cambio han invertido en tecnologías avanzadas para facilitar la movilidad inteligente, o con su estrategia de banda ancha y su fuerte inversión en infraestructuras están cumpliendo su objetivo de convertirse en ciudades más inteligentes.

Siguiendo los objetivos 20/20/20 fijados por la Unión Europea en cuanto al cambio climático, se puso en marcha un paquete europeo de cambio climático con el objetivo de reducir las emisiones, aumentar el aporte energético de energías renovables y maximizar la eficiencia energética. Como parte integral de este paquete surgieron los objetivos 20-20-20 de la UE, que reflejan el compromiso adquirido por los Estados miembros para reducir las emisiones de CO₂ en un 20%, satisfacer un 20% de las necesidades energéticas a través de fuentes renovables y reducir el consumo energético en un 20%. Algunas ciudades de la UE como Ámsterdam con su proyecto “Ámsterdam Smart City” se fijaron metas aún más ambiciosas: que las organizaciones municipales tengan un impacto climático neutro antes de 2015, el uso de un 20% de la energía renovable para el 2025 y lograr una reducción de las emisiones de CO₂ del 40% hacia el 2025 con respecto a 1990. Para lograr estos objetivos, la ciudad ha elaborado un extenso y ambicioso programa climático, una plataforma donde la ciudad y muchos socios públicos y privados trabajan en estrecha colaboración para conseguir los objetivos climáticos correspondientes. Ámsterdam Smart City, refleja esta asociación público-privada que se ha comprometido con el programa medioambiental. Se centra en cuatro aspectos importantes para la reducción de las emisiones de CO₂ de la ciudad.

- Forma de vida sostenible: pretende concienciar y reducir el consumo de energía en los hogares mediante los contadores inteligentes, dispositivos de visualización del consumo energético y asesoramiento en materia de energía, entre otros.
- Trabajo sostenible: pretende concienciar y reducir el consumo de energía en edificios de oficinas con edificios inteligentes, asesoramiento en materia de energía, trabajo inteligente o alumbrado inteligente, entre otros.
- Espacios públicos sostenibles: pretende concienciar y reducir el consumo de energías en edificios municipales y zonas públicas con contadores

inteligentes, pantallas indicadoras de consumo de energía, vehículos eléctricos, entre otros.

- Transporte sostenible: pretende concienciar y reducir el consumo de energía en el transporte con vehículos eléctricos, puntos para recargar móviles, entre otros.

Entre los socios del proyecto se incluyen el operador de la red eléctrica, el gobierno local, las empresas de la vivienda, las empresas tecnológicas emergentes, las universidades, las entidades financieras, los distribuidores de TIC, las empresas de transporte o incluso también la de tratamiento de residuos.

Desde 2009, los municipios, las empresas de servicios públicos y las empresas privadas han invertido varios cientos de millones de euros en el proyecto de Ámsterdam. La Comisión Europea también ha aportado su respaldo financiero a través del *Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER)*¹. Entre las inversiones empleadas destaca en tecnología de “red inteligente” que utiliza sensores y contadores inteligentes para recortar el uso de la electricidad. Se ha diseñado más de 20 proyectos pilotos con el objetivo de dar cabida a las siguientes tecnologías: contadores inteligentes, pantallas de información sobre el consumo energético, nuevos modelos de logística para la eliminación de residuos, iluminación inteligente (LED/de bajo consumo), vehículos eléctricos, terminales de carga, además de asesoramiento en materia de energía.

Con respecto a la ciudad de Málaga, está desarrollando el proyecto “*Málaga Smart City*” destinado a crear una ciudad eco-eficiente. Su objetivo es conseguir una integración óptima de la fuentes renovables de energía en la red eléctrica, acercando la generación al consumo a través del establecimiento de nuevos modelos de gestión de la micro-generación eléctrica. Se gestionarán sistemas de almacenamiento energético en batería para facilitar su consumo posterior en la climatización de edificios, el alumbrado público y el transporte eléctrico. Así mismo, se potenciará el uso de coches eléctricos, con la instalación de postes de recarga y la implantación de una flota de vehículos. Se contará con nuevos contadores inteligentes desarrollados en el marco de la telegestión para hacer posible un consumo eléctrico más sostenible. Además, de la instalación de sistemas avanzados de telecomunicaciones y telecontrol que permitirá actuar en tiempo real y de forma automática sobre la red de distribución, haciendo posible una nueva gestión de la energía y potenciando la calidad de servicio. El objetivo final del proyecto es demostrar que sí es posible conseguir que estas tecnologías puedan alcanzar un ahorro energético del 20%. El presupuesto está cofinanciado por el *Fondo Europeo de Desarrollo Regional* con el apoyo de las Junta de Andalucía, del Ministerio de Ciencia e Investigación y del *Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI)*.

¹ *Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER)*, para más información véase el apéndice A, pág. 194.

Málaga Smart City, como proyecto beneficiará a 300 clientes industriales, 900 proveedores de servicios y 12.000 hogares.

La iniciativa europea de “Smart City” se centra en la problemática de sostenibilidad de las ciudades actuales y de los sistemas energéticos. Se define como una ciudad que mejora la calidad de vida y la economía local. Las inversiones en eficiencia energética y en energías renovables locales, junto a la reducción en el consumo de la energía fósil y de emisiones de CO₂, constituyen herramientas que ayudan a alcanzar la sostenibilidad y mejora de la calidad de vida en una ciudad.

Una ciudad inteligente conlleva medidas innovadoras respecto a la gestión de la energía, la reducción en gran medida del uso de combustibles fósiles y la disminución de emisiones de CO₂ con el fin de cumplir los objetivos marcados para el 2020. La iniciativa se centrará principalmente en acciones innovadoras en eficiencia energética, uso de tecnologías de bajas emisiones, redes inteligentes, y acciones de movilidad sostenible.

Las tres características principales, de lo que conlleva una ciudad inteligente:

1. No dañar el medio ambiente.
2. Utilización de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) como herramienta principal para la gestión.
3. Desarrollo sostenible.

Los objetivos iniciales que pretende conseguir con el nuevo concepto de ciudad inteligente: reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero del 40% en 2020, esto supondrá un incremento en el empleo local y una mejora en la calidad de vida de los ciudadanos, y la implantación del concepto de “Smart City” en el 5% de la población de la Unión Europea, activando el desarrollo de las nuevas tecnologías no contaminantes y eficientes.

Pese a las distintas políticas de la UE y a los esfuerzos realizados por los Ayuntamientos, España y más concretamente Madrid aún tiene que cosechar los frutos de un potente desarrollo del concepto de “ciudad inteligente” en toda la ciudad. Esto se debe al hecho de que el marco de ciudad inteligente no es exclusivo de los organismos públicos, sino que requiere la participación y la colaboración de organizaciones privadas. Madrid deberá hacer evolucionar su actual modelo de desarrollo y gestión para asentar las bases de un futuro mucho más sostenible, inteligente y socialmente aceptable.

Capítulo 3

3. Tecnologías para la Ciudad Inteligente

3.1. Tecnologías para la recepción de los datos

Una ciudad inteligente es un ecosistema complejo en el que intervienen numerosas tecnologías y múltiples agentes que las implementan y las usan. Estas tecnologías se enfrentan a retos como los de la escalabilidad, capacidad y gestión de la seguridad y privacidad de la información.

La creación de una ciudad inteligente es mucho más que la provisión de ciertos servicios de forma individual. Desplegar una ciudad inteligente lleva asociada la creación de una serie de infraestructuras así como disponer de mecanismos de gestión de la información y diferentes plataformas, todo ello bajo un mismo concepto de ciudad inteligente.

Los pasos para definir la cadena de valor:

- En primer lugar esta la etapa de ***recolección de los datos*** de la ciudad. Esta tarea se realiza utilizando sensores y diferentes tipos dispositivos, entre los que hay que incluir los móviles de las personas, diferentes aparatos del entorno del hogar, los vehículos, así como los dispositivos de medida situados en las infraestructuras fijas, como el mobiliario urbano, edificios, sistemas de canalización y tuberías, estaciones meteorológicas, etc.
- En el segundo lugar se realiza la ***transmisión de los datos***, recopilados de la ciudad a través de las redes de comunicación. Esto se lleva a cabo a través de una combinación de las infraestructuras inalámbricas, móviles y

fija dependiendo de las necesidades de movilidad, ancho de banda y latencia de la aplicación y del dispositivo. En la mayoría de las ocasiones, las redes inalámbricas y móviles serán las únicas de las que se disponga y que se tengan que usar, ya que se pretende dar movilidad a los ciudadanos utilizando las aplicaciones y los servicios. Por lo general, los sensores transmitirán la información a través de protocolos ligeros hacia los receptores o gateways, que a su vez los enrutarán a través de líneas móviles o fijas y se lo harán llegar a las bases de datos de aquellas plataformas que ofertan los servicios.

En este tipo de arquitectura hay que decir que los propios sistemas de sensores estarán provistos de cierta inteligencia y serán capaces de actuar de manera autónoma para proveer de ciertos servicios o parte de ellos sin la necesidad de conectarse con un servidor central. Un ejemplo para este caso sería el sistema de riego, que podría activarse con un programador en base horaria que a su vez tuviera en cuenta la humedad del ambiente, por lo que podría funcionar de una manera automática sin necesidad de conectarse a un servidor central. El hecho de otorgarle conectividad a la red es lo que le dotaría de inteligencia, pudiendo obtener datos con el fin de operar de una forma mucho más eficiente a la hora de gestionar el servicio de los jardines de una manera más óptima.

- En una tercera fase se comprende el ***almacenamiento y el análisis de los datos***: se trata de almacenar en una base de datos central los datos recopilados en el entorno de la ciudad al mismo tiempo que ejecuta su procesamiento posterior de los datos.
- En cuarto lugar, los datos pasaran a aquellas ***plataformas de provisión de servicios***. Esto facilita la prestación de los servicios a los ciudadanos que podrán hacer uso en el ámbito de una ciudad inteligente.
- Y finalmente, en el quinto lugar, se encuentran los ***servicios de la ciudad inteligente***, que podrán ser desarrollados por los mismos agentes involucrados que prestan el servicio o por otros.

Cadena de valor



Fuente: Telefónica.

3.2. Tecnologías para la recopilación de los datos

Para que en el día a día de una ciudad inteligente se pueda saber lo que pasa en ella en todo momento, se necesita del despliegue de dispositivos como sensores u otros elementos de captura de datos que permitan la recopilación de información.

Los sensores son dispositivos capaces de convertir magnitudes físicas como la temperatura, la humedad, la presión atmosférica, etc. en valores numéricos que pueden ser tratados según las necesidades de quienes los tienen que gestionar e interpretar.

Hay varios tipos de sensores diferentes:

- De recursos (luz, agua, gas): a su vez se pueden dividir en dos subgrupos dependiendo de la funcionalidad. El primero de ellos en base a medir el consumo (contadores), y por otro lado los que nos permite conocer en todo momento las reservas disponibles de un determinado recurso (de nivel).
- De seguridad: dentro de este grupo estarán los detectores de humo que producen una señal acústica cuando hay presencia de humo en el aire. Pueden ser de tipo óptico, iónico o la combinación de ambos. También estarán los sensores de gas que están formados por un componente físico que reacciona variando sus propiedades físicas o químicas con la presencia de un determinado gas. Y se incluyen también los sistemas de detección de contaminación.
- De iluminación: este tipo de sensores están compuestos por un transductor fotoeléctrico para transformar la luz que recibe en una señal eléctrica.
- De presencia: en este caso hay varios tipos de sensores según como se detecte los cambios a su alrededor: por infrarrojos, por vibración, ultrasónicos, acústicos, etc.

- De condiciones climatológicas: dentro de este grupo se encuentran los sensores de temperatura como también los de humedad y de presión atmosférica.
- De infraestructura: están pensados para recoger información sobre el mayor número de aspectos posibles sobre las carreteras, vías ferroviarias, pistas de aeropuertos, etc. Se puede dar una combinación de varios sensores a la vez, de presencia, contaminación, radares, etc.
- De movimiento: en este caso el sensor es el acelerómetro, que permite medir las fuerzas que se ejercen sobre él y junto con un giroscopio, ofrece información sobre el movimiento de un objeto.
- De posición: se trata de una brújula electrónica que ofrece la dirección de la componente horizontal o también están los sistemas de posicionamiento global o GPS.

Aunque todos estos sensores son los más importantes, el abanico de tipos es mucho más amplio y abarca la mayoría de magnitudes físicas. La mayoría de estos sensores existen ya desde hace muchos años, aunque lo que se ha producido es una evolución tecnológica en ellos, que consiste en la digitalización y posterior conexión a Internet de los mismos. Gracias a esto es posible poner a disposición de los ciudadanos una gran cantidad de información en tiempo real y así poder desarrollar novedosos servicios.

La inteligencia de los sensores se basan gracias al microprocesador que tienen, el poder tener la capacidad de almacenar información en la memoria incorporada y la facultad de enviar los datos gracias a un módulo de transmisión inalámbrica, utilizando tanto la información del entorno que les rodea como la información de su propio funcionamiento.

Hay un problema que conlleva y que radica en la multitud de redes de sensores que hay desplegadas, este es que cada red utiliza sus propios estándares, protocolos y formatos de la representación de los datos, por eso es muy importante el disponer de una única plataforma común que ayude a gestionar toda esta heterogeneidad. Es de especial importancia que los sensores tengan las siguientes características: sean de fácil instalación, se auto-identifiquen, se auto-diagnostiquen, sean fiables, se coordinen con otros nodos, incorporen un software que les permitan actualizarse automáticamente, tengan un bajo consumo con una mayor latencia, un fácil mantenimiento, que se puedan re-programarse de forma inalámbrica, etc.

En este grupo, el de los sensores también hay que incluir a los *Smartphones*, que actúan como dispositivos que ayudan en esta captura de datos en el ámbito urbano. Cada vez más estos dispositivos vienen equipados con más sensores, de sonido, de luz, cámaras, etc. Que permiten recoger la información y enviarla a Internet. A medida que

los usuarios entren a formar parte de la plataforma y generen más datos en tiempo real se irán desarrollando más aplicaciones.

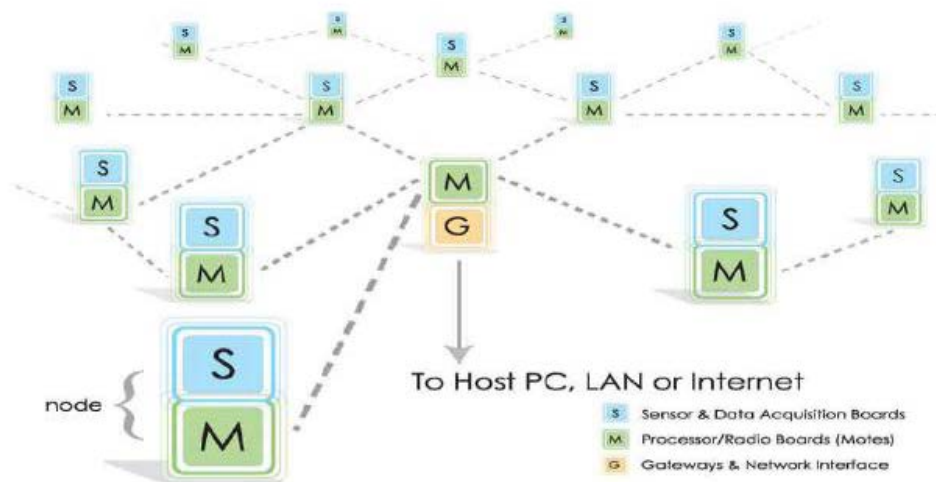
Una red de sensores es un conjunto de nodos que se despliegan en una región en particular. Estos nodos son capaces de medir parámetros, almacenarlos, procesarlos y enviarlos. Disponen de ciertas capacidades sensitivas, de procesado y de comunicación.

En el ámbito de las ciudades inteligentes toman una especial importancia las *redes de sensores inalámbricas (Wireless Sensor Network, WSN)*, que consisten en un conjunto de elementos autónomos distribuidos de forma espacial e interconectados de manera inalámbrica y que constan de un microprocesador, de una fuente de energía, de un radiotransceptor y de uno o varios elementos sensores.

Generalmente, los nodos de hoy día poseen poca capacidad de procesamiento, muy bajo consumo energético, son de bajo coste y gracias a la parte sensora, permiten monitorizar condiciones físicas y ambientales como la luz, temperatura, humedad, movimiento, contaminación, etc. posibilitando así la recogida de información de la actividad de las ciudades.

La siguiente figura muestra una red de sensores inalámbrica, desde el punto de vista de los nodos como la distribución de los mismos y la transmisión de los datos.

Red de sensores inalámbricos



Fuente: Grupo de Redes y Arquitecturas de Altas Prestaciones - UCLM

3.3. Tecnologías para la transmisión de datos

Una vez recopilados los datos es necesario la transmisión de la información hacia los servicios centrales y plataformas de almacenamiento.

Las redes de comunicaciones juegan un papel fundamental en el desarrollo y despliegue de los servicios que están asociados a las ciudades inteligentes, ya que son infraestructuras fundamentales que permiten la comunicación entre los dispositivos y entre las personas y los dispositivos. Las redes implicadas en dichos despliegues son muy heterogéneas, por lo que la interoperabilidad y la transparencia serán esenciales facilitando las comunicaciones unificadas independientemente de los estándares de red y de los protocolos de comunicación utilizados. El mayor reto de estas tecnologías es precisamente el de gestionar el gran número de máquinas, sensores heterogéneos distribuidos a lo largo de la ciudad.

Las redes fijas ayudarán a las que son verdaderamente las redes inalámbricas a completar el concepto de ciudad inteligente. Hoy día, se dispone de una gran variedad de tecnologías inalámbricas que intentan ofrecer el ancho de banda suficiente, dentro del radio de acción, con el menor consumo eléctrico posible que permita a los dispositivos de carácter móvil un uso más razonable. Hoy por hoy, no existe una tecnología que sea la que mejor funcione en todos los ámbitos, sino que cada una tiene sus características propias que hacen de ella una solución adecuada en un entorno diferente.

Las comunicaciones en una ciudad inteligente se plantean a diferentes niveles, un primer nivel de recogida de datos de los sensores en los repetidores que en ocasiones pueden encriptar los datos y un segundo nivel, donde los repetidores envían los datos a las pasarelas. Para comunicar estos niveles se pueden utilizar redes malladas (por ejemplo, Zigbee) y luego, para conectar con la red de transporte se suelen utilizar tecnologías celulares, como GPRS o 3G, o tecnologías como ADSL o la fibra óptica en el caso de que las pasarelas (elementos que encaminan los datos por la red de transporte de nivel superior) estén conectadas a redes fijas.

Características de redes inalámbricas

	Nivel físico y MAC	Radio de acción	Tasa de bits	Consumo	Normas
ZigBee	802.15.4-2003 DSSS CSMA-CA	10-100m interior ~1Km exterior	250Kbps (2.4GHz) 20Kbps (868MHz) 40Kbps (915MHz)	Consumo pico 50mW (2.4GHz) En suspensión: <1μW	Estándar de facto
Wavenis	Propietario	200m interior – 1km LOS	desde 10kb/s hasta 100kb/s	18 mA RX, 45 mA TX y 2μA en suspensión	Propietario
Wireless MBus	EN 13757-4:2005	60-80m interior, 500 m exterior sin obstáculos	desde 16 Kbps-66 Kbps, hasta 100 kbps	22 mA RX, 37 mA TX y 0,2 uA en suspensión	Estándar EN
Z-Wave	Propietario	30m interior 100m exterior	40-100Kbps	20mA suspensión: 1μA	Propietario
WiFi low power (GainSpan Wi-Fi low power optimized chip)	802.11b/g DSSS CSMA-CD	50-70m interior <300m exterior	1/2/5.5/11Mbps	60mW suspensión: 5 μW	Estándar
WiMAX (Altair's ALT2150 chipset lowpower)	Se basa en IEEE 802.16	Hasta 75 km	hasta 75 Mbps	230mW-49 mW	Estándar
PLC Watteco	Línea eléctrica	50m (objetivo: 150m)	10Kbps (objetivo: 40Kbps)	Inferior a ZigBee y Z-Wave	Propietario
PLC NEC	Línea eléctrica	-	100bps-30Kbps	25mW	Propietario
GSM/GPRS (Telit GM862 Quad module)			hasta 85,6 Kbps	Modo en reposo 2,6 mA, GPRS cl. 10(max): 370 mA	Estándar

Fuente: Telefónica.

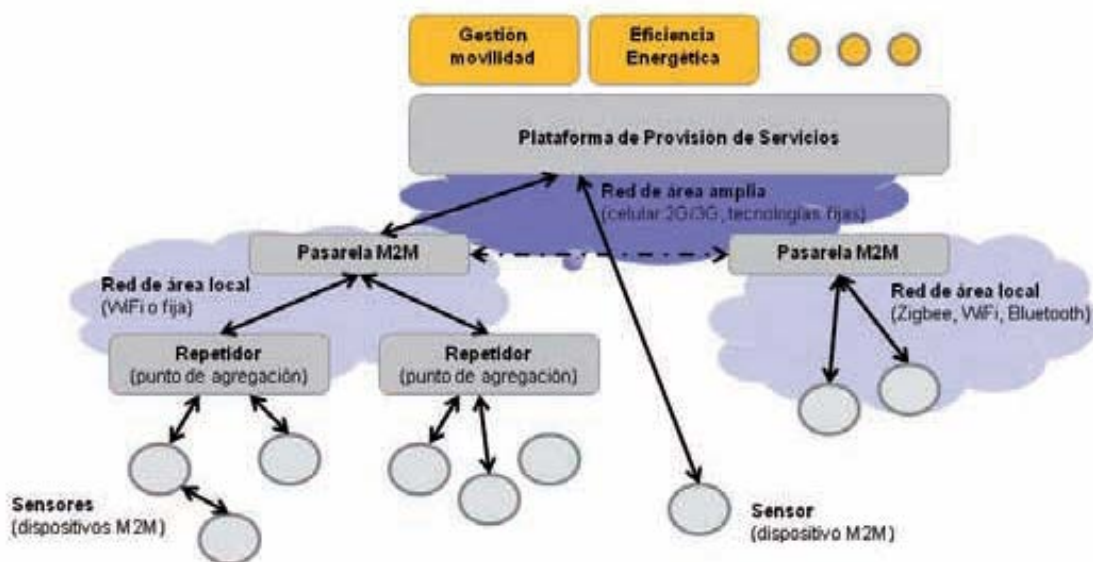
Las comunicaciones entre dispositivos, también llamadas comunicaciones máquina a máquina (M2M), son muy comunes en el entorno de las ciudades inteligentes, además de tener un gran impacto en el desarrollo de las nuevas redes inalámbricas. Así mismo, la mayoría de los organismos de estandarización están teniendo en cuenta las necesidades específicas de los servicios M2M en el proceso de estandarización de cara a nuevas versiones de las tecnologías.

La programación de los objetos para dotarlos de la habilidad de comunicarse resulta complicada, sobre todo teniendo en cuenta que deben interactuar con sistemas cada vez más diversos y autónomos. Gran parte del valor económico se centrará en los algoritmos que permitan la comunicación M2M (*machine to machine*) y el desarrollo de servicios de **software**.

Las previsiones apuntan que para el 2020 habrá más de 50.000 millones de conexiones M2M, para lo que no solo hay que cambiar los estándares, sino también la necesidad de plantear arquitecturas y plataformas M2M que puedan manejar esta cantidad de conexiones y sobre todo la gran diversidad de dispositivos conectados a Internet. Hay que tener en cuenta además, de que dichas plataformas dependen en gran medida de la tipología de los dispositivos y de los servicios que se pretendan ofrecer.

En la composición de la arquitectura habrá dispositivos conectados directamente y otros en cambio que se conecten a la red a través de una pasarela que actúa como punto de agregación.

Arquitectura de alto nivel de la tecnología M2M



Fuente: Telefónica.

3.4. Tecnologías para el almacenamiento y análisis de datos

En este apartado se encuentran aquellas tecnologías que facilitan el almacenamiento de los datos en grandes bases de datos, así como el tratamiento de los datos y su posterior interpretación y visualización de los mismos.

Este nivel intenta disponer de toda la información necesaria para proveer a los servicios de toda la información que necesiten, pero también para poder mejorar los procesos de toma de decisiones. La gestión de la información necesita además de ciertos niveles de protección, seguridad y aseguramiento de la privacidad, y es en este nivel en el que habrá que proporcionarlo.

Los datos son la materia prima fundamental de todo servicio que está dentro de la ciudad inteligente. La gestión y la interpretación de estos es una tarea bastante compleja ya que se necesitan en tiempo real para los servicios. Los datos pueden ser de una gran variedad y de formatos diferentes. Para facilitar el trabajo es de vital necesidad el poder disponer de herramientas con el fin de facilitar su tratamiento.

Una de las herramientas utilizadas para el almacenamiento de los datos, son las *data warehouses*, que almacena una amplia colección de datos de manera integrada y no volátil en el tiempo, diseñada para favorecer el análisis y la divulgación eficiente de los datos así como también para la toma de decisiones. Son herramientas muy bien conocidas en aquellos sectores que se necesite el almacenamiento de grandes cantidades de información. En estos almacenes se depositan los datos que son necesarios o útiles para que posteriormente puedan ser transformados en información útil para los usuarios. El diseño de un *data warehouse* debe permitir que las aplicaciones o los usuarios finales puedan realizar consultas sobre sus datos. Debe de tener en cuenta ciertas características fundamentales, el manejo de esta gran cantidad de datos en tiempo real hace tener la necesidad de que la información este geolocalizada.

Un nivel de análisis y control se hace necesario para sacar un mayor rendimiento a los datos e incluso el poder realizar actividades sobre ellos. En este sentido tienen una especial importancia las técnicas de *data mining*, es un conjunto de tecnologías que permite explorar grandes bases de datos, *data warehouse*, de manera automática, con el objetivo de encontrar patrones repetitivos, tendencias o reglas que expliquen el comportamiento de los datos en un determinado contexto. Surge para intentar ayudar a comprender el contenido de las bases de datos. Además se sitúan las herramientas que facilitan el seguimiento de los eventos más importantes que estén sucediendo en la ciudad y que puedan avisar al usuario en tiempo real a través de notificaciones. Se trata pues de presentar diferentes visiones de la ciudad, dependiendo del objetivo de la consulta y de las diferentes áreas temáticas.

3.5. Tecnologías para la provisión de datos

Se trata pues de una plataforma horizontal y escalable, que permite ofrecer servicios de una manera segura y con unas garantías de privacidad. Esta plataforma tendrá la función de realizar las tareas de autenticación de los usuarios, obtención de los permisos necesarios para acceder a los datos privados, establecimiento de precios en tiempo real, capacidad de transacción para el pago de servicios, el almacenamiento seguro de los datos, etc. Son las tecnologías implicadas en esta plataforma las que se encarga de ofrecer estas capacidades a los otros servicios, en un entorno urbano estas plataformas se han definido como *Sistemas Operativos Urbanos*. Son de especial importancia estas plataformas ya que son las que integran la visión de la ciudad.

Los servicios finales de una ciudad inteligente se apoyan en todas las tecnologías, infraestructuras y plataformas comentadas anteriormente para poder ofrecer al cliente su valor final. En este sentido abren muchas oportunidades de negocio para muchas empresas. Hay numerosos ejemplos de servicios finales, tantos como servicios públicos que pueda prestar el Ayuntamiento, pero habrá servicios que se volverán indispensables para asegurar tanto la calidad de vida como la sostenibilidad de las ciudades. En el ámbito de los servicios finales, estos dispondrán al alcance de la mano de una gran variedad de tecnologías.

En definitiva, los servicios formaran parte de esta Internet del futuro en el que el uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) estarán presentes en todos los sectores y ámbitos de la actividad humana, haciendo una ciudad mucho más accesible y sostenible.

Capítulo 4

4. Internet de las Cosas y M2M

4.1. Que entendemos por “cosas” en la Internet de las Cosas

La *Internet de las Cosas* (**Internet of Thing, IoT**) consiste en que tanto las cosas como las personas puedan conectarse a Internet en cualquier momento y lugar. En un sentido más técnico, consiste en la integración de sensores y dispositivos en objetos cotidianos que quedan conectados a Internet a través de redes fijas e inalámbricas. El hecho de que Internet este presente al mismo tiempo en todas partes permite que la adopción masiva de esta tecnología sea más factible. Dado su tamaño y coste, los sensores son fácilmente integrables en hogares, entornos de trabajo y lugares públicos. De esta manera, cualquier objeto es susceptible de ser conectado y manifestarse en la Red. Además, la IoT implica que todo objeto puede ser una fuente de datos. Esto está empezando a transformar la forma de hacer negocios, la organización del sector público y el día a día de millones de personas.

Las aplicaciones del IoT que reciben más publicidad suelen estar muy orientadas al consumidor, pero resulta poco escalable a nivel industrial. La pregunta más lógica es si su implantación se extenderá a sectores más amplios y si será capaz de redefinir sus procesos para crear eficiencia y valor perdurable. Los sectores de la logística y el transporte han sido de los primeros en sumergirse en el concepto del IoT con su adopción de las etiquetas RFID. En 2010, había cerca de 3.000 millones de etiquetas en circulación en el mundo. Sin embargo, solo se trata de los primeros pasos hacia la adopción generalizada de la tecnología en otras industrias. Se analizarán las primeras incursiones de la Internet de las Cosas en sectores como el sanitario, el agrícola, la logística o el de

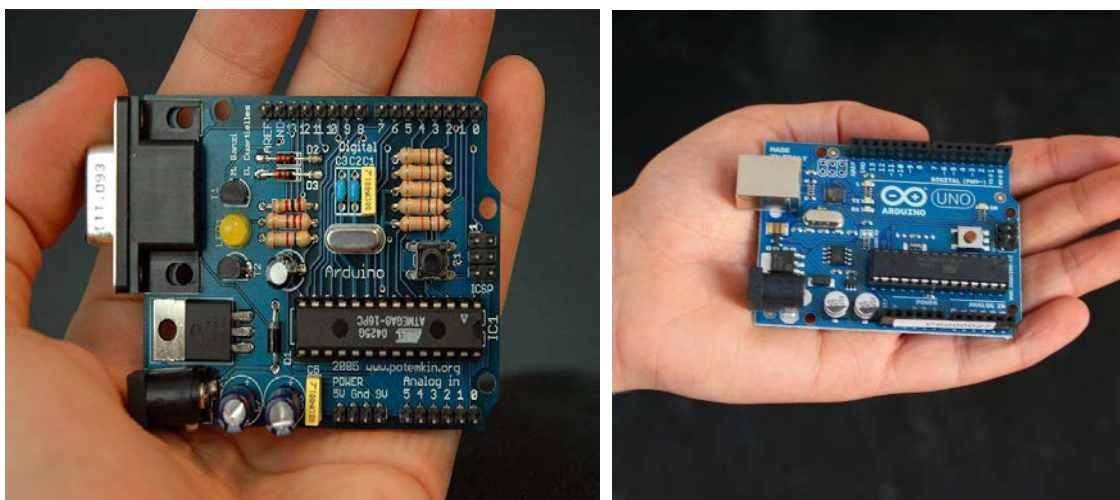
suministro, permitiendo conectar todo tipo de máquinas para monitorizar y controlarlos de maneta inteligente. También se explicara cómo el *Smartphone*, se esta convirtiendo en los ojos y oídos de las aplicaciones, sensores de movimiento y ubicación, nos dicen dónde estamos, lo que estamos viendo y la velocidad a la que nos movemos, todo o casi todo en tiempo real.

El fenómeno de la Internet de las Cosas ha irrumpido a nuestro alrededor y prácticamente también en nuestras vidas cotidianas, dando vida a los objetos cotidianos que se interconectan gracias a la Red y que constituyen fuentes inagotables de información. Para ello, ha sido necesaria la conjunción de tres fenómenos que posibilitan el empleo del IoT por los usuarios. Primero, la miniaturización por la cual los componentes de los ordenadores son cada vez más pequeños, lo que facilita que se pueda conectar prácticamente cualquier cosa, desde cualquier sitio, en cualquier momento. El segundo pilar, la superación de la limitación de la infraestructura de telefonía móvil. Y tercero, la proliferación de las aplicaciones y los servicios que ponen en uso la gran cantidad de información creada a partir del IoT.

La Internet de las Cosas constituye un avance con un gran impacto sobre la sociedad y los negocios. Más de mil millones de usuarios de todo el mundo utilizan Internet tanto en su vida laboral como en la social y gracias a la tecnología *wireless* se han ampliado las posibilidades de interacción con la Red en cualquier lugar y en cualquier momento. A medida que la información y las personas están cada vez más conectadas, la tecnología sirve como herramienta de colaboración y toma de decisiones en el mundo en el que converge lo físico con lo digital. Dentro de la posibilidad de estar permanentemente conectado y localizable, está surgiendo una nueva generación de consumidores que da por hecho contar con conexión wifi cualquier avance técnico que permita la movilidad. Se trata de que las máquinas o los objetos estén conectados y ello les permita ganar inteligencia y conversar entre ellas.

Arduino es una plataforma de electrónica basada en el principio del *software y hardware libre*, que permite su programación para el fin deseado, nació en escuelas de diseño para que los estudiantes pudieran crear entornos u objetos interactivos. Puede tomar información del entorno a través de sus pines de entrada a partir de toda una gama de sensores y puede afectar aquello que le rodea controlando luces, motores, etc. Es un módulo que permite la conexión GPRS/GSM lo que da como resultado a un módem de bajo coste, las posibilidades de creación son infinitas gracias a la fácil programación de los módulos, ya que los proyectos pueden ejecutarse sin necesidad de conectarse a un ordenador, permitiendo promover de una forma sencilla y económica el concepto llamado “Internet de las Cosas”.

Imagen de una placa “Arduino”



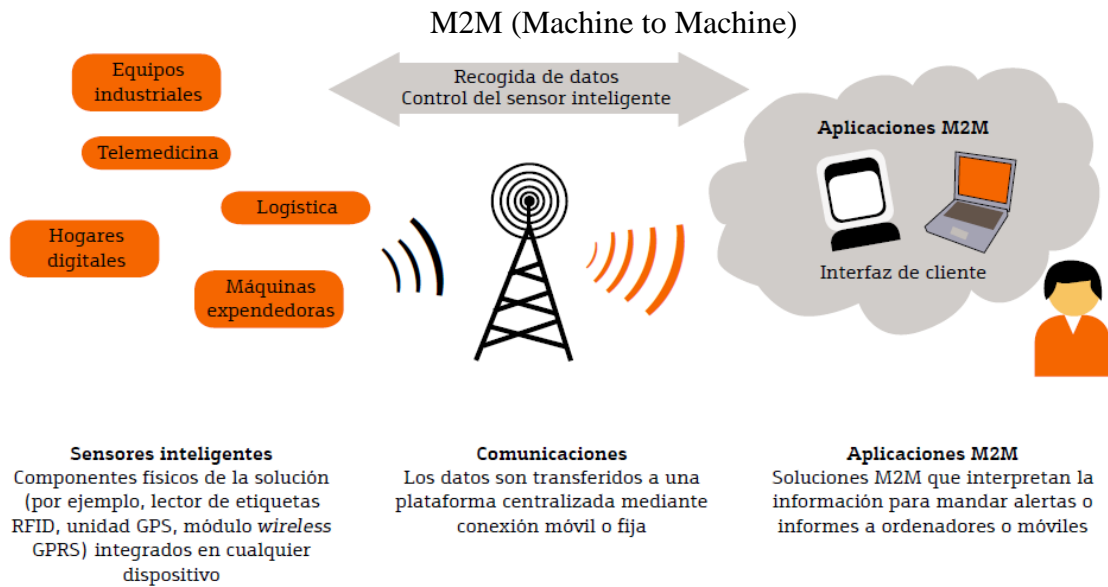
Desde una perspectiva más técnica e inmediata y menos técnica, cabe preguntarse que implicaciones conlleva un mundo en el que más y más cosas se relacionan con el mundo *on-line*. En este punto, considerar que los cuidados sanitarios desempeñarán un papel de liderazgo, el paso de los cuidados sanitarios del hospital a los hogares se verá facilitado en gran medida por todo tipo de dispositivos de detección conectados a médicos y a cuidadores. Otro ámbito donde la conexión de cosas a la Red supondrá una revolución es el de la energía. Es necesario gestionar el uso de las redes eléctricas inteligentes a través de dispositivos conectados que transfieren cargas de trabajo secundarias a las horas bajas, en las que las tarifas son menores. Se pueden alcanzar ahorros de hasta un 20%. De la misma forma, las micro-redes requieren una gestión de fuentes distribuidas, una vez más algo que los dispositivos *on-line* serán capaces de proporcionar.

El impacto del Internet de las Cosas en la industria de los medios de la comunicación nos da una pista sobre los tipos de trabajo y oportunidades económicas que se crearán. En este sentido, los modelos de negocio emergentes se han inclinado hacia los servicios, en algunos casos, los servicios los ofrecen fabricantes de dispositivos, como puede ocurrir con *Apple*, mientras que en otros casos lo hacen los proveedores de servicios tradicionales, como las empresas de telecomunicaciones. Por lo que independientemente del proveedor, la oportunidad está claramente en el sector de los servicios, pero esta tendencia se ira confirmando también en otras industrias, deberá acelerar la transformación hacia una economía de servicios. La Internet de las Cosas acelerará esta tendencia y liderará el crecimiento de las empresas de servicios. Los países y regiones que adopten esta tendencia serán los ganadores de una economía en crecimiento.

La Internet de las Cosas es una realidad muy presente que esta evolucionando vertiginosamente rápido. Millones de dispositivos están siendo conectados entre si a través de distintas redes de comunicación. Pequeños sensores permiten medir desde la temperatura de una habitación hasta el tráfico de taxis en una ciudad. Cada vez más objetos están siendo integrados con sensores, ganando capacidad de comunicación, y con ello las barreras que separan el mundo real del virtual se van haciendo más pequeñas. El mundo se esta convirtiendo en un campo de información global y la cantidad de datos que circulan por las redes esta creciendo de forma exponencial.

Los objetos que forman parte de nuestra vida cotidiana siempre han generado gran cantidad de información, pero esa información estaba fuera de nuestro alcance. Con la IoT, pequeños sensores están siendo integrados en los objetos del mundo real y que a la vez nos proporcionan información de prácticamente todo lo que es posible medir. De esta manera, cada vez estamos más interconectados, las personas y los objetos pueden interactuar de manera completamente distinta. Hoy día hay 1.000 millones de usuarios de Internet, 4.000 millones de personas con teléfono móvil y una lista interminable de objetos conectados a Internet de una forma u otra. Se constituyen entornos inteligentes capaces de analizar, diagnosticar y ejecutar funciones, eliminando posibles errores humanos, etc. Por ejemplo, una red eléctrica inteligente es capaz de detectar sobretensiones y de dirigir la electricidad por caminos alternativos para minimizar apagones. La pregunta es si estamos preparados para delegar este tipo de operaciones que sucedan de forma completamente automática.

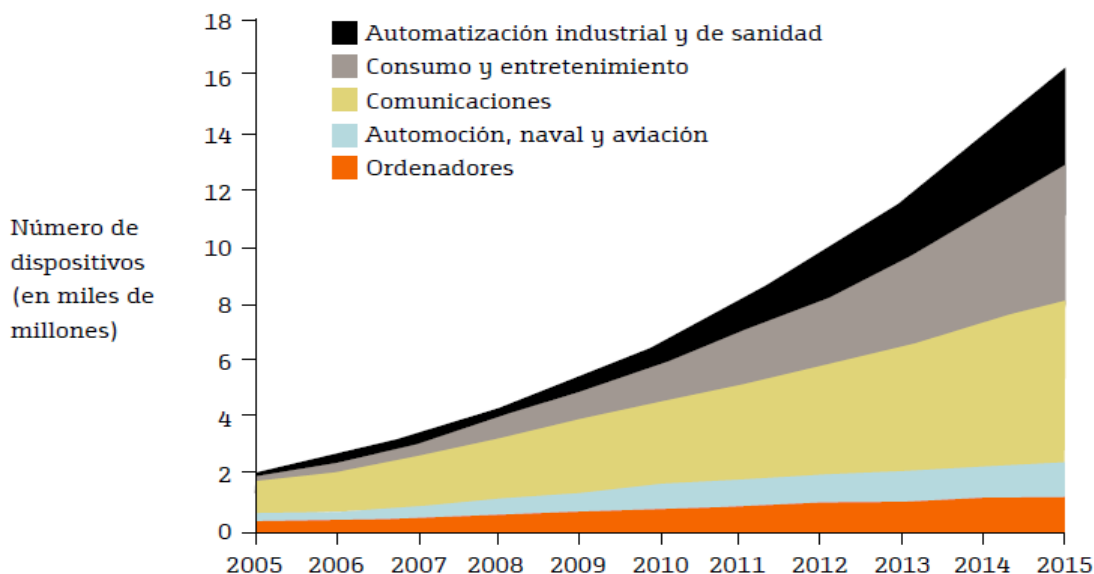
Cualquier objeto es susceptible de ser conectado y de manifestarse en la Red. Las etiquetas RFID, son pequeños dispositivos, similares a una pegatina, que pueden ser adheridos a un producto, persona o animal para almacenar información relevante o dinámica. Mediante radiofrecuencia, la información viaja a un ordenador o dispositivo móvil con acceso a Internet. Dicha información puede ser recibida por un usuario para su interpretación. También existe la posibilidad de que el extremo final sea otra maquina que interprete los datos.



Fuente: Accenture.

Pero la pregunta es, si la “Internet de las Cosas” es aplicable a sectores más amplios y si es capaz de redefinir los procesos de estos para crear eficiencia y valor perdurable. Los sectores de la logística y el transporte han sido los primeros en aceptar el concepto de la Internet de las Cosas con su adopción de las etiquetas de identificación por radiofrecuencia. Puede que la IoT tarde un poco más en adoptarse extensamente, de modo que las empresas y los gobiernos tengan tiempo de asimilar sus implicaciones e implementen las medidas necesarias para minimizar los riesgos asociados a la seguridad y la privacidad. Los sensores abarcarían todos los ámbitos, desde hogares hasta entornos de trabajo, espacios públicos, actuando de elemento de ruptura en el modo de vida actual.

Dispositivos que se comunican por la red



Fuente: Rise of the Embedded Internet, White Paper Intel Embedded Processors.

La Internet de las Cosas implica que todo objeto puede ser una fuente de datos y que el comportamiento puede ser monitorizado a través del tiempo y el espacio. Por lo que el mundo va a estar repleto de información al alcance de nuestras manos. Ante esta cantidad de información, no es de extrañar que empresas y emprendedores se encuentren a la carrera por innovar en términos de almacenamiento, velocidad, acceso y métodos de análisis de datos. La información se ha convertido en el factor productivo del siglo XXI y el reto es la de cubrir la necesidad creciente de gestionar la información que resulta palpable en muchas iniciativas empresariales.

Dada la importancia de procesar toda la información, el almacenamiento y la velocidad de búsqueda no constituyen los únicos retos. La habilidad para analizar mucha información en tiempo real es fundamental para las organizaciones, así como las oportunidades de mercado que puedan surgir para empresas que sean capaces de ofrecer este servicio. Al fin y al cabo, la rapidez y la eficiencia de la información son ventajas competitivas de cara al cliente y que las empresas comienzan a invertir en servicios inteligentes además de las partidas más habituales de tecnologías de la información.

Una vez establecidas las bases de la Internet de las Cosas y tras haber entendido cómo se va a instrumentar un mundo ubicuo donde personas, objetos y máquinas tienen la posibilidad de interactuar traspasando las barreras del tiempo y espacio.

Los dos principales obstáculos a la adopción de la Internet de las Cosas son similares a los de otros desarrollos tecnológicos anteriores que afectan al día a día de las

personas, que son: asegurar la privacidad y seguridad de las nuevas soluciones y conseguir estándares globalmente aceptados. Otras de las preocupaciones que amenazan al despliegue de la tecnología son las limitaciones de las infraestructuras actuales, la falta de interoperabilidad entre los sistemas, la fuerte inversión necesaria en los equipos y las barreras psicológicas. Todos estos desafíos tienen una importancia significativa por parte de la principal figura, que es el consumidor a la hora de la adopción de la Internet de las Cosas.

La Internet de las Cosas es un avance con un gran impacto sobre la sociedad y los negocios. A medida que la información y las personas están cada vez más conectadas, la tecnología sirve como herramienta de colaboración y toma de decisiones en un mundo en el que converge lo físico con lo digital. Los consumidores ganan en poder de negociación porque los datos que necesitan están a un clic, surgiendo nuevos modelos de negocio que pretenden maximizar las posibilidades de un sistema abierto y modificable por todos.

4.2. ¿Cómo de inteligente son las cosas hoy día?

Más que imaginar lo que es posible, nos preguntamos qué no es posible. Al fin al cabo, los sensores y dispositivos colocados en todo tipo de objetos y conectados a Internet a través de redes fijas e inalámbricas son cada vez más pequeños y baratos. Las redes son capaces de extraer un gran volumen de datos susceptibles de ser analizados por ordenador. Ya no solo hablan con nosotros los objetos, sino que también están dotados de inteligencia para hacerlo entre ellos.

A medida que se desarrolle la tecnología, la información recopilada será objeto de un análisis más exhaustivo, la toma de decisiones serán más acertadas y el lanzamiento de un proceso automático más óptimo. Con ello, la intervención humana se ira minimizando. Para el año 2014 se espera que más de 70 millones de dispositivos en Europa estén conectados y compartiendo información utilizando sistemas M2M.

La evolución de un objeto más inteligente



Fuente: Accenture.

En la base de la pirámide, el objeto cobra una identidad unívoca. En el segundo nivel, se utiliza la tecnología (GPS) para localizar la posición o trayectoria del objeto. En un nivel más alto de la pirámide, se dota al objeto de estado, es decir, que sea capaz de comunicar su estado actual y sus propiedades. Y por último, se dota al objeto de contexto para que sea consciente del entorno en el que se encuentra.

La Internet de las Cosas, se ha aplicado a todo tipo de industrias, como la sanitaria, agrícola, logística o de suministros, permitiendo conectar todo tipo de máquinas para monitorizarlas y controlarlas de manera inteligente. Estas industrias han evolucionado en mayor o en menor medida dentro del terreno del IoT, situándose en distintos niveles de la pirámide. No obstante, el objeto común de todas es el incremento en la eficiencia, la reducción de costes, la mejora en la toma de decisiones, el ahorro energético y la protección medioambiental.

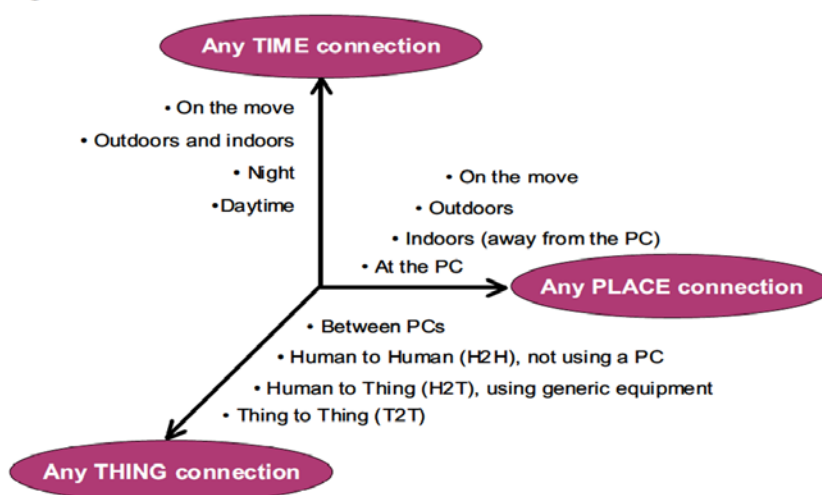
4.3. El internet del Medio Ambiente

La Internet de las Cosas se propone como solución a ciertos problemas medioambientales que hoy día nos amenazan. Por un lado, se pretende ahorrar un 10% en el coste de la energía controlando los electrodomésticos por internet, decidiendo cuando se debían encender y apagar. Por otro lado, un 20% menos de tráfico, un 12% menos de

emisiones y 40.000 usuarios más del transporte público con iniciativas de control de tráfico.

Los edificios inteligentes constituyen el mejor ejemplo de la aplicación de Internet a un objetivo medioambiental. En Madrid los edificios consumen el 50% de toda la electricidad, de la cual un 20% se malgasta. Para poder corregir este tipo de situaciones, se dota a muchos de *Smartgrid*, una red que permite optimizar la generación y el consumo de energía gracias a una serie de medidores inteligentes que eligen las mejores franjas horarias entre empresas eléctricas y discriminan entre horarios de consumo. El resultado es un consumo más sensato y económico.

Vision de una ciudad comunicada.



Fuente: ITU

4.4. La Internet de los Consumidores

Es obvio que la Internet de las Cosas beneficia al consumidor gracias a una tarificación más transparente de los servicios que consume. No resulta necesariamente más barato, pero sí promueve que el usuario sea más consciente de su consumo. Los sensores permiten registrar constantemente una actividad, lo que lleva a tomar decisiones en base a los resultados, como por ejemplo, controlar el gasto de luz o de agua.

En cuanto a dispositivos de sensorización es importante destacar la importancia que están obteniendo actualmente los teléfonos móviles inteligente (*Smartphone*) que son una fuente de datos nada despreciable de los ciudadanos y sus entornos.

Este tipo de teléfonos permiten la detección y transmisión de datos como la localización física de la persona, su estado de salud, transacciones de dinero,

interacciones con las redes sociales, etc. actuando así de sistemas de sensorización de la actividad de los ciudadanos en el día a día.

Los *Smartphone* están de moda. Quienes creen que las funciones de su móvil se reducen a realizar llamadas, enviar mensajes de texto, etc. los teléfonos móviles ofrecen mucho más que eso. El teléfono inteligente “*smartphone*” es el término comercial para denominar a un teléfono cuyo funcionamiento gira en torno a la conexión a Internet y al uso de un teclado similar al de un ordenador. Permiten la instalación de aplicaciones que realizan una función específica para el usuario, como procesadores de datos, bases de datos, programas de edición de imágenes, etc.

Los *Smartphone* guardan una relación muy estrecha con la Internet de las Cosas, los móviles y las cámaras se convierten en los ojos y oídos de las aplicaciones, los sensores de movimiento y de ubicación nos dicen donde estamos, lo que estamos viendo y la velocidad a la que nos movemos. Los datos se están recopilando y se está actuando en tiempo real en base a ellos. Este tipo de teléfonos contienen una amplia magnitud de sensores de sonido, luz o aceleración que recogen información y la envían a Internet. A medida que más usuarios entren a formar parte de la plataforma y se generen más datos, se desarrollan más aplicaciones para aprovechar el filtro y que dan soluciones afectivas a problemas reales.

Que se llamen teléfonos inteligentes no es una casualidad. Aunque la mayoría de los usuarios todavía no han descubierto todas las posibilidades de estos móviles de última generación, las empresas si son conscientes de la importancia de adelantarse al mercado. Los expertos apuntan a que el éxito depende en gran medida de una buena experiencia del consumidor a través de una propuesta fácil de manejar y una red de cobertura óptima. Se pretende acelerar la convergencia entre el mundo real y el virtual. La llamada “participación sensorial”, mediante la cual los *Smartphone* están haciendo a las personas sensores humanos, está a la orden del día.

En definitiva, los *Smartphone* se presentan como el nuevo paradigma de interacción de los usuarios con grandes cantidades de información. En España, seis de cada diez personas tienen un *Smartphone* y la industria de la telefonía móvil muestra un gran interés en que esta tendencia siga aumentando. Mientras que la demanda en el mercado siga incrementándose, también lo hará la manera en la que la información generada es utilizada para crear valor empresarial a través de nuevas aplicaciones y servicios.

Hoy día existe una creciente preocupación por el desarrollo sostenible motivada por la escasez de recursos, y una de las consecuencias es el aumento de la población de áreas urbanas. El reto consiste en desarrollar avances encaminados a frenar el consumo descontrolado de recursos naturales y energéticos. La optimización del consumo de recursos constituye uno de los campos más prometedores para la Internet de las Cosas. Los sensores y los sistemas de control automático integrados en objetos a nuestro

alrededor permiten medir distintas variables que pueden llevar al cambio de uso de los recursos escasos.

Mientras la aplicación de la IoT en redes inteligentes permite realizar un consumo sensato de la energía, la propia industria de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) es una consumidora creciente de energía. Para el año 2030 se espera que el consumo eléctrico mundial se haya doblado, en parte por el aumento exponencial del consumo por parte de las TIC.

Además de las redes inteligentes de energía, hay otras aplicaciones en torno a un consumo más responsable que se suceden en la gestión del agua, el transporte inteligente y el control del tráfico, la gestión de residuos y reciclaje, el diseño de edificios, etc. Hewlett Packard tiene entre sus propuestas construir una plataforma llamada **CeNSE** (Central Nervious System for the Earth, en español, “Sistema Nervioso Central para la Tierra”) que pretende establecer una red mundial de miles de millones de sensores que midan datos relacionados con objetos y personas. El objetivo es recabar información sobre variables como localización, temperatura, presión, sonido, luz, humedad, etc. Parte de este reto consiste en lograr que los sensores sean, además de pequeños y resistentes, lo más baratos posibles.

La colaboración de los consumidores a nivel global facilita la circulación de información que puede ayudar a mejorar la calidad de vida y reducir el impacto ecológico de nuestros hábitos en el planeta. Precisamente es la Internet de las Cosas, la tecnología que permite realizar el seguimiento y recopilar una información valiosa acerca de objetos provenientes de sensores y dispositivos inteligentes. La demostración de como la innovación a través de la tecnología se pone al servicio de las personas para retrasar los efectos negativos que tiene nuestro modo de vida sobre el medio ambiente.

4.5. Las tres capas básicas de la Internet de las Cosas

Para entender la Internet de las Cosas desde un punto de vista más técnico es necesario comprender las tres capas que lo hacen realidad a día de hoy.

La primera capa es el **hardware**. Esta capa física ocupa menos espacio, lo que facilita que se pueda conectar prácticamente cualquier cosa, desde cualquier sitio, en cualquier momento. La segunda capa es la **infraestructura**. Si miles de millones de nuevos dispositivos se conectan al Internet de las Cosas, se hace necesario afrontar el problema del espectro como un recurso limitado. La tercera y última capa la forman las **aplicaciones y los servicios** que ponen en uso la gran cantidad de información creada a partir del IoT. Estas aplicaciones conlleva la creación de nuevos modelos de negocio e iniciativas empresariales muy interesantes desde el punto de vista de la innovación.

Estas tres capas, la miniaturización del *hardware*, las necesidades de infraestructura y el desarrollo de *software* innovador, son fundamentales para entender la expresión de la Internet de las Cosas en el terreno de las TIC.

4.5.1. La miniaturización: el hardware que hace posible la IoT

Se han destacado a los sensores como piezas fundamentales que posibilitan la Internet de las Cosas. Al fin y al cabo, permiten que todos los objetos cotidianos interactúen con los ordenadores a través de Internet y recopilen valiosa información sobre el entorno en el que se encuentran. El motivo es sencillo: los sensores cada vez son más pequeños, lo que facilita que puedan ser integrados en cualquier objeto, bajo cualquier circunstancia.

Para hacer esto posible, hay tres razones: la miniaturización de los dispositivos, el desarrollo de nuevas formas de computación y la creación de redes inteligente de elementos simples.

La miniaturización consiste en el proceso tecnológico mediante el cual se ha logrado reducir el tamaño de los dispositivos electrónicos, entre ellos los sensores. Junto a la nanotecnología, la miniaturización ha permitido que el tamaño de elementos como los microprocesadores sea mínimo sin disminución de la velocidad a la que funcionan.

A medida que avanza la miniaturización de los componentes electrónicos, sus aplicaciones se multiplican. Cada vez más, sensores diminutos son integrados en los elementos del entorno, conectando el mundo físico con el mundo digital. En gran medida, estos sensores tienen tres grandes aplicaciones. Primero, permiten capturar información tanto del entorno como del objeto en el que se encuentran integrado, para un posterior análisis. Segundo, los sensores pueden actuar como desencadenantes de una acción, permitiendo la automatización de determinadas funciones. Este puede ser el caso del frenado automático de un coche ante la inminente colisión con otro vehículo. Por último, los sensores también tenderán a ser localizables en todo momento, con lo que se expande el rango de aplicaciones. Más allá de las grandes aplicaciones de los sensores, existen dos grandes retos a los que nos enfrentamos en su desarrollo: el consumo de energía y la interoperabilidad de sus componentes.

Los sensores consumen energía y, a medida que su tamaño disminuye, este consumo se convierte en un factor más limitado. De forma acorde con el tamaño del sensor, el tamaño de las fuentes de alimentación también disminuye y con ello el tiempo de funcionamiento del sensor. Por este motivo, se espera que los componentes sean capaces de generar su propia energía. De esta manera, los sensores podrán permanecer conectados a la red de forma automática durante más tiempo. Es más, en entornos en los que no haya ningún punto de acceso fijo ofreciendo una comunicación eficiente para las

cosas, se formaran redes de información “*ad hoc*” extensas que dirigirán la información hacia la infraestructura fija o su nodo de destino en la red formada. Esto permite que los sensores se coloquen en todas partes, aun cuando la infraestructura sea débil o ausente, e incluso si los sensores son móviles.

Sin embargo, el reto para promover la adopción de la Internet de las Cosas, no será el consumo de energía, sino la flexibilidad y modularidad de los componentes que asegure su fácil integración. Si no se promueve la interoperabilidad entre los componentes, existirán muchas trabas a la aceptación a gran escala de la IoT.

4.5.2. ¿Está la infraestructura preparada para la IoT?

La capacidad de las infraestructuras de telefonía móvil es limitada y la proliferación de los teléfonos inteligentes o *Smartphone* está saturando la capacidad de las redes. Si a esto se suman millones de nuevos dispositivos conectados a Internet, la tecnología 3G o **LTE**, (*Long Term Evolution*), dispositivos con velocidad de descargar de hasta 60 Mbps y envíos de información de hasta 40 Mbps, la tecnología LTE puede convertirse en el nuevo estándar de las redes inalámbricas de alta velocidad además de añadirse a las redes ya existentes, por lo que es necesario añadir infraestructuras adicionales por la consecuencia del uso del móvil, la conexión wifi y la fibra óptica, que hace que cobre vital importancia el poder subsanar la saturación de las infraestructuras móviles. Aunque el negocio 3G esta creciendo, la capacidad de las redes móviles actúa como un cuello de botella. Ante esta situación, la IoT se resiente, por lo que se ha pensado una serie de medidas para solventarlo.

Para poder aprovechar estas oportunidades de negocio, es necesario que las redes de sensores se abran al gran público. De esta manera, muchos micro-proveedores podrán desarrollar modelos de negocio basados en la gestión de redes locales que capitalicen los activos susceptibles de conectarse al IoT y cubrir las necesidades de millones de consumidores. Se formará un mercado fragmentado de miles de millones de nodos de sensores que integren el mundo físico con el digital. De aquí vendrá la verdadera innovación.

Capítulo 5

5. El papel del software en la Internet de las Cosas

Los algoritmos tienen aplicaciones muy valiosas. Mediante su uso en aplicaciones de software, es posible producir respuestas rápidas a fenómenos físicos sobre la base de la información recogida o los patrones que siguen determinados objetos o personas. Se crean nuevas oportunidades para satisfacer los requerimientos del negocio, desarrollar nuevos servicios en tiempo real, gestionar incidencias, mejorar la integridad de la infraestructura, etc.

El verdadero valor de negocio va a venir de la mano de estas aplicaciones y servicios que utilicen la nueva información que se está generando en la Internet de las Cosas. Van a surgir nuevos métodos de análisis inteligentes de la información y las tareas manuales van a ser sustituidas por automatismos que operen en base a dicha información, suprimiendo la intervención humana. El desarrollo *software* óptimo para este tipo de tareas va a enfrentarse a la gran cantidad de oportunidades. Emprendedores y empresas ya establecidas desarrollarán nuevas aplicaciones que exploten nuevas fuentes de información y que puedan cambiar el modelo de negocio. Existe todo un negocio en el desarrollo de software que recolecte, almacene, organice e integre la información con otras fuentes de datos. Gracias al IoT, los objetos en sí, provistos de sensores y actuadores, se convierten en elementos de los sistemas de información, capaces de capturar y comunicar datos a gran escala incluso adaptarse automáticamente a los cambios en el entorno. Solo con el *software* adecuado será posible que la Internet de las Cosas cobre vida como parte integrante de la Internet del Futuro. Es a través de este *software* que las aplicaciones e interacciones recientes se llevan a cabo y que la red con todos sus recursos, dispositivos y servicios distribuidos se vuelva manejable.

Capítulo 6

6. El ecosistema de las Smart Cities

En un entorno urbano se dan las condiciones necesarias para que la aplicación de muchos de los servicios e iniciativas descritos anteriormente alcancen la masa necesaria que hagan rentable su despliegue.

Las ciudades inteligentes constituyen además de una apuesta por la modernización de infraestructuras urbanas, una vía para la evolución de las ciudades en el uso de una tecnología que ya esta lo suficientemente madura como para conseguir beneficios. Estas ciudades promueven la economía y la innovación ofreciendo nuevas oportunidades de negocio para emprendedores y empresas locales, actuando como palanca para la activación económica en el ámbito local.

El despliegue de ciudades inteligentes supone la coordinación de un gran número de agentes, tecnologías y la necesidad de inversiones financieras importantes. Por tanto, es una visión a largo plazo de las metas que se esperan conseguir. Merece la pena dedicar un apartado a analizar los aspectos más relacionados con el valor de los servicios más típicos de las ciudades inteligentes, los agentes que participan en el despliegue y cual puede ser su papel.

Aunque el planteamiento final sea la de tener una visión en conjunto de las necesidades de la ciudad, lo cierto es que en el desarrollo de la ciudad inteligente se suele realizar partiendo de una de las iniciativas, como eje de inicio del proyecto. Para la mayoría de las iniciativas es preciso el contar con terceros para que ayuden a definir tanto los servicios proporcionados como los modelos de negocio. En la compleja tarea de crear una Smart City, se requiere no solo de la intervención de números agentes sino de su compromiso a largo plazo, que sin lugar a duda tiene su recompensa.

6.1. Ecosistema para la provisión de servicios en el marco de una Smart City

La provisión de los servicios en el marco de una ciudad inteligente, implica la participación de numerosos agentes, de diferente naturaleza y carácter, que desempeñan roles diferentes. No existe un modelo único de ecosistemas por lo que hay múltiples posibilidades y múltiples modelos e incluso diferentes implementaciones de ciudades donde los mismos agentes pueden desempeñar roles distintos.

Hay que destacar que supone una gran oportunidad de negocio que hay en el terreno de las ciudades inteligentes. El mercado se estima que puede llegar a los 120 millones de euros solo en sensores o en 225 millones en el caso de las infraestructuras de carga de vehículos eléctricos. El total podría estimarse en más de 700 millones de euros y solo para la industria TIC.

A continuación se enumeran los principales agentes implicados en la creación de una ciudad inteligente.

- *Los Ayuntamientos*: son los responsables de la gestión de todos los aspectos relacionados con la ciudad, por lo que son los principales promotores e impulsores a la hora de crear una ciudad inteligente, por lo que es meramente importante que intervengan plenamente en la fases de diseño, planificación y en la gestión de la ciudad, señalando nuevas metas, midiendo el grado de desempeño de los servicios, desarrollando mejores políticas locales.

Son los responsables de contratar el desarrollo de aplicaciones y de proveer de servicios a la ciudad, pueden aprovechar esta infraestructura para ofrecer servicios municipales. Su papel será el de actuar de incubadores y facilitadores de nuevos negocios y en algunos casos de proveedores de servicios. El modelo de provisión de servicio público, se está realizando bajo una gestión de pública o privada.

Cabe destacar iniciativas como *EUROCITIES*, una red de Ayuntamientos de más de 130 grandes ciudades de más de 30 países europeos que permite precisamente hacer llegar a las instituciones un mensaje común desde el punto de vista legal, de políticas y programas.

- *Consultoras especializadas TIC*: es razonable que estas empresas se especialicen en conocer en profundidad los diferentes servicios relacionados con las Smart Cities, así como las tecnologías más punteras para implementarlas. Además de participar en su diseño y planificación, estarán interesadas en tomar parte de una forma activa en la gestión de la ciudad.

- *Integradores TIC y proveedores de middleware* (es un software que asiste a una aplicación para interactuar o comunicarse con otras aplicaciones, software, redes, hardware y/o sistemas operativos. Se trata de una capa de abstracción de software distribuida, que se sitúa entre las capas de aplicaciones y las capas inferiores, sistema operativo y red. El *middleware* abstrae de la complejidad y heterogeneidad de las redes de comunicaciones subyacentes, así como de los sistemas operativos y lenguajes de programación, proporcionando una API para la fácil programación y manejo de aplicaciones distribuidas), en este grupo se encuentran empresas punteras desde el punto de vista tecnológico en el desarrollo de plataformas que permiten integrar diferentes tecnologías. Se encontrarían empresas como IBM, HP, Oracle, Cisco, entre otras. En algunos casos estas empresas están orientadas más hacia la propia red y otras hacia las aplicaciones en sí. Un proyecto tan grande como puede ser de una ciudad inteligente, abarca múltiples tecnologías de proveedores diferentes, que requiere la comunicación entre dispositivos, tecnologías y fabricantes heterogéneos. Los integradores abordan este problema, aportando una visión global que les permite crear soluciones middleware que faciliten las comunicaciones, además de participar en otros aspectos del despliegue y el diseño para mejorar la integración de los diferentes elementos. Se encontrarán empresas que facilitan la gestión de grandes cantidades de datos a través de técnicas de *data mining*, inteligencia de negocio.
- *Proveedores de aplicaciones*: estas empresas ofrecen las soluciones que son el fin de la ciudad inteligente, aplicaciones útiles y atractivas para el ciudadano y empresas. La variedad de los proveedores de aplicaciones es amplia, en algunos casos serán proveedores tradicionales que añaden a sus servicios los propios de la ciudad inteligente y en otros casos serán proveedores especializados y en la mayoría de los casos serán los que provean de equipos y sensores. Entrarán empresas para el despliegue de aplicaciones como son la integración con el middleware y plataformas y la provisión de servicios.
- *Operadores de Telecomunicaciones*: es el principal pilar en el cual se apoya la Smart City, son los elementos físicos que permiten recolectar información y transferirla a los centros de procesamiento, es decir, los sensores y las redes de banda ancha. La implicación de los operadores de telecomunicaciones es básica, debido a la diversificación que han ido experimentando, pueden aportar experiencias en la mayoría de las etapas de la cadena de valor, en lo relativo al desarrollo de plataformas de provisión de servicios. Este tipo de grupo de empresas tienen ya una amplia experiencia en la planificación de servicios complejos y en la gestión de dichos servicios, están capacitadas para ofrecer plataformas y middleware

específico basado en sus redes y aplicaciones de comunicación. Puede ocupar un puesto transversal en toda la cadena que al contar con el apoyo de la Administración pública, puede crear la masa crítica para el desarrollo de nuevos servicios que activen la economía. Sin duda, un claro ejemplo de apoyo a la innovación en la ciudad.

Los operadores son en definitiva, el lazo de unión de los datos de la ciudad, los ciudadanos, los servicios y los dispositivos. Las redes son un elemento crítico para proporcionar la información, visión y servicios de valor añadido que realmente harán que las ciudades sean inteligentes.

- *Utilities*: guarda parecido con los operadores de telecomunicaciones en cuanto a que son empresas que proveen servicios complejos hasta el domicilio del cliente. Esta similitud se está traduciendo en que empresas como las eléctricas están integrando las ideas de los servicios de ciudad inteligente en la propia provisión de sus servicios, como es el caso de las iniciativas de las Smart Grids, que suponen una evolución de los servicios eléctricos actuales. Necesitan llegar a acuerdos con operadores para conectar sus dispositivos, contadores o diferentes sensores, a lo largo de sus redes de distribución.
- *Constructoras*: son empresas que realizan la construcción o mantenimiento de las infraestructuras de diferente tipo. Algunas de ellas ya están incorporando tecnologías para su gestión inteligente, aunque necesitan de la red de la operadora para desarrollar este servicio.
- *Proveedores de infraestructuras de comunicación*: esta fase tiene acceso a todos los datos generados en el ámbito de la ciudad. Para ello es preciso disponer de una red de alta capacidad e integrada. La información podrá venir de sensores de información de tráfico, contadores inteligentes, etc.

Una de las figuras que puede desarrollar una cierta importancia en este ámbito es el operador de telecomunicaciones.

- *Proveedores que ofrecen capacidades para prestar servicios*: facilita el acceso a los datos de la ciudad así como a un conjunto de servicios comunes para que otros agentes puedan construir los servicios finales dentro del marco de la Smart City. Se podría definir como el sistema operativo urbano. Esta plataforma, al ser común, permitiría además la integración de datos de diferentes ámbitos y sectores.
- *Proveedores de servicio completo*: se trata de ofrecer el servicio completo, que va desde la conectividad hasta la plataforma tecnológica y el servicio al

cliente final. Por ejemplo, las soluciones de e-salud, contadores inteligentes, etc.

Este papel es uno de los más retadores, ya que necesita además del despliegue y la gestión de la red y la plataforma de provisión de servicios, el conocimiento de mercados, precisamente aquellos en los que se quieren proveer los servicios.



Fuente: Telefónica

Capítulo 7

7. Modelos de negocio de los servicios de la ciudad inteligente

7.1. Modelo de negocio de los servicios

El modelo de ciudad inteligente tiene que ser abierto, con múltiples agentes involucrados y con diferentes formas de plantear los modelos de negocio. Uno de los elementos que posee una especial importancia para el éxito de una ciudad inteligente es su propósito de valor, que es el poder demostrar su utilidad para la ciudadanía y los negocios. Pero también su viabilidad, desde el punto de vista del modelo de negocio, que además este modelo ha de ser sostenible. Si bien los servicios ofertados y proporcionados en el marco de una ciudad inteligente son servicios públicos, la plataforma de gestión se puede contemplar desde la participación pública a la colaboración público – privada.

El poder incorporar la filosofía de ciudad inteligente a muchos de los servicios que ya se anuncian en el ámbito de lo público, podemos decir que esto significa que seguimos con el modelo actual, que implica el pago por parte de la Administración, es decir, un modelo exclusivamente público, aunque mejorando la eficiencia al incorporar nuevas tecnologías. Pero no solo tiene que ver el sector público en esto, sino que también puede haber una colaboración público – privado, donde los servicios pueden ir desde la compartición de ingresos, como es en el caso del pago de peajes en las autopistas o incluso también la gestión del aparcamiento en las ciudades. Además de la monetización de los datos de la Administración para que los agentes puedan acceder a los datos y puedan construir servicios a partir de estos.

Principales modelos de negocio de los servicios de la ciudad inteligente:

- **Modelo basado en el pago de impuestos indirectos:** toda actividad económica genera una serie de impuestos, que son recaudados, ya sea por las propias entidades locales, regionales o incluso nacionales. Este dinero puede a su vez financiar parcial o totalmente el desarrollo de ciertos servicios. Bajo este modelo de negocio funcionarán los servicios de carácter público.
- **Modelos basados en pagos directos:** se paga por el uso del propio servicio, de manera que solo los propios clientes con sus aportaciones financian el servicio. Bajo este modelos estarán aquellos servicios que se ofrezcan de manera colateral a las competencias obligatorias del ayuntamiento.
- **Modelo de compartición de ingresos:** muchos de los servicios que se ofrecen dentro de la Smart City, requieren del conjunto de un gran número de organizaciones y de agentes, debido a su gran envergadura. En este caso podríamos incluir las infraestructuras como la construcción de autopistas por ejemplo. Bajo este modelo cada organización se especializa en un tema en concreto y así las inversiones que debería realizar cada empresa son mucho menos costosas. En este modelo de negocio para su ejecución la forma más correcta es la del reparto de ingresos que guardan una cierta proporcionalidad con respecto a las inversiones y a los gastos que conlleva.

Las Administraciones públicas son las primeras interesadas en desplegar y en desarrollar los servicios por todos los beneficios que aportan a la ciudad. Pero no obstante, la financiación y las capacidades tecnológicas se encuentran en el lado de las empresas privadas. Por este motivo es muy importante la alianza público-privado para que puedan aprovechar las ventajas que pueden aportar tanto al sector público como el sector privado. Es éste el modelo que se esta siguiendo a la hora de lanzar las iniciativas pilotos de las ciudades inteligentes en la actualidad. El Ayuntamiento recibe un porcentaje de la empresa privada que presta el servicio más un porcentaje de los ingresos totales.

Este modelo trata de favorecer con mayor facilidad los acuerdos público-privados ya que para acometer grandes proyectos es una fórmula que ofrece muy buenos resultados tanto de gestión como de beneficios por parte de los dos sectores con el fin de dar un dinamismo al proyecto. En cualquier caso estas alianzas bilaterales **deben ser sólidas y estar claramente definidas** ya que deben de trabajar y funcionar con equipos diferentes de gobierno con la consecuencia que suelen tener estos proyectos al ser a largo plazo.

Otros de los factores que hacen necesaria la colaboración entre estos dos tipos de entidades, es la falta de recursos económicos de muchas entidades locales públicas. Por lo que la ayuda del sector privado en este ámbito es muy necesaria para que puedan llevarse a cabo servicios en diversas ciudades, consiguiendo no solo un gran conocimiento sobre como afrontar este tipo de desafíos, sino también alcanzando economías de escala.

- **Ayudas públicas:** hay muchos organismos e instituciones públicas que están promoviendo el concepto de Smart City con cuantiosas ayudas, como es el caso de la UE, donde ha diseñado trabajos específicos, se están proporcionando fondos de I+D a consorcios y se esta promoviendo la creación de acuerdos públicos-privados con el fin de crear nuevos proyectos. Además se están desarrollando múltiples acciones para promover las iniciativas y que puedan involucrar más a la industria y a la sociedad. Todo esto se plasma en iniciativas como el 7º Programa Marco de la UE, la **PPP** (*Public Private Partneship*) sobre la Internet del futuro, la red europea de *Living Labs* y las iniciativas relacionadas con la *Internet de las Cosas (IoT)*. En el marco español se encuentra el programa **PROFIT** (*Programa de Fomento de la Investigación Técnica*)¹.
- **Monetización de los datos:** la cantidad de datos que se generan y se recogen en las ciudades inteligentes tienen un gran valor. El enfoque *Open Data* promueve que esta información se libere y pueda ser utilizada por terceras personas para ofrecer nuevos servicios basados en estos datos o que por lo menos se utilice esta información lo que la dota de mayor utilidad. Este modelo, ofrece los datos de forma abierta sin que sea necesario un pago por su uso, también es posible que los propietarios de la información puedan aprovechar el valor de estos para monetizar los datos y conseguir fuentes de ingreso alternativas.

Persigue que determinados datos e informaciones pertenecientes a las Administraciones Publicas sean accesibles y estén disponibles de forma libre a todo el mundo, que puedan acceder a los datos en igualdad de condiciones sin restricciones de copyright, patentes u otros mecanismos de control, que no sea de uso solamente por parte de las Administraciones Públicas sino también para la ciudadanía. El fin de la iniciativa Open Data es que la información pueda ser redistribuida y reutilizada tanto para los ciudadanos como por empresas para conseguir un beneficio para todas las partes.

Tener acceso a los datos de la Administración garantiza la transparencia porque se tiene acceso a datos que preceden directamente de fuentes

¹ Programa de Fomento de la Investigación Técnica (**PROFIT**), para más información véase el apéndice B, pág. 197.

oficiales. También se fomenta la eficiencia y la igualdad de oportunidades, ya que los ciudadanos y las empresas pueden crear nuevos servicios que resuelvan sus necesidades.

La finalidad que tiene la iniciativa Open Data, es la reutilización de la información del sector público. Consiste en poner la información del sector público disponible, en bruto y en formatos estándar abiertos, facilitando su acceso sin ningún coste y permitiendo su reutilización tanto a particulares como a empresas.

El sector público genera una gran cantidad de información, de gran variedad, fiable, completa, de calidad. La reutilización y la redistribución de la información podrá repercutir en beneficio tanto de las administraciones públicas que sacan a la luz sus datos, como de los ciudadanos y empresas que podrán ver cubiertas algunas de sus necesidades por la creación de nuevos servicios, productos y mercados que logren un mayor desarrollo económico y mayor creación de puestos de trabajo.

- **Modelo basado en la publicidad:** se trata de poder aprovechar la información del ciudadano, el poder ofrecerla en forma de publicidad siempre y cuando contando con el consentimiento del mismo con el fin de ayudar a financiar ciertos servicios de la ciudad. El poder que posee la publicidad podrá beneficiar esta clase de servicios que se tratan de servicios muy específicos, centrados en áreas muy concreta, en que las experiencias de los usuarios podrán ayudar a estos servicios para que sean mucho más eficientes.

Al margen de los modelos de ingreso que se puedan dar en las ciudades, crear una ciudad inteligente implica mucho más, es el poder fijar un objetivo a largo plazo e involucrar sobre todo a la ciudadanía en este proceso.

Es una realidad cada vez más tangible que el modelo de sociedad que conocemos está cambiando, los avances tecnológicos, la aparición de nuevas necesidades hacen que el entorno evolucione y por lo tanto hacen que las ciudades vayan hacia un modelo más sostenible.

Para que se produzcan estos cambios es necesario realizar inversiones importantes. Según el informe Global Insight de la OCDE se estima una inversión en infraestructuras de algo más de 10 billones de euros hasta el 2015. Para que esto sea realidad existes dos razones principales:

- Los proyectos creados en los años 50 en la UE requieren una puesta a punto al día.

- Muchos mercados emergentes siguen ocupando los puestos más bajos en cuanto a infraestructuras físicas

Se espera que se generen un número importante de oportunidades de negocio en campos como: las energías renovables, la eficiencia energética, las redes inteligentes, el agua, los residuos, etc.

La innovación en el uso de fuentes de energía descentralizadas, ya sea solar, eólica o geotérmica, aumentará la demanda de redes eléctricas que gestionen las cargas del suministro. Será necesario actualizar las redes de transmisión, lo que dará lugar a una gran demanda y nuevas oportunidades para aportar soluciones.

A medida que los precios de la electricidad fluctúen, y los usuarios tengan conciencia del coste de la energía, crecerá la demanda de soluciones que ayuden a los usuarios a gestionar mejor su consumo.

Los sistemas de intercambio de información multidireccional, como las redes eléctricas inteligentes, incorporarán tecnologías de alto nivel de integración y componentes de telecomunicaciones. Dado que hay al menos 500 millones de edificios conectados a la red en todo el mundo y cientos de miles de kilómetros de red eléctrica, existe una gran oportunidad para estos sectores. El número de dispositivos de almacenamiento constituye grandes oportunidades para los fabricantes de baterías.

En cuanto al suministro de agua, nos llevará a un déficit significativo antes de 2030. El crecimiento de la población y el cambio climático acentuarán la importancia del agua como recurso y acelerará la necesidad de nuevas soluciones para el tratamiento, conservación y mejora en el acceso al agua.

Las oportunidades relacionadas con el abastecimiento de agua varían desde las plantas de desalinización de alta intensidad energética, pasando por la construcción de infraestructuras para el aprovechamiento del agua pluvial en las ciudades. Las aguas residuales se consideran más un recurso que un deshecho. El fósforo contenido en estos residuos puede tener un valor como fertilizante u otro tipo de compuestos. Esta situación proporcionará oportunidades para desarrollar sistemas que reciclen las aguas municipales.

A medida que la idea de “cero residuos” se vaya haciendo más habitual entre los ciudadanos y en las ciudades, irán apareciendo una amplia gama de oportunidades de reciclaje, como los sistemas especializados para la gestión y recogida de componentes a partir de residuos o los sistemas para la separación de materiales según la demanda. Habrá grandes oportunidades relacionadas con el reciclado de materiales.

Es importante señalar que la creación o el desarrollo de una ciudad inteligente conlleva la potenciación de negocios ya existentes, por lo que los sectores implicados son numerosos y diversos, como pueden ser la utilización de las TIC en el sector sanitario.

La industria española cuenta con empresas referentes en diversos campos, como la construcción de infraestructuras, a la hora de crearlas y poder desarrollar los diferentes servicios a disposición de los ciudadanos.

7.2. El modelo objetivo de una Ciudad Inteligente

El objetivo final siempre debe ser el mismo: tener un modelo holístico de la ciudad que permita ir desplegando servicios según las prioridades y las necesidades de los ciudadanos pero sin que ello suponga tener depósitos de información que comprometan el desarrollo futuro de la ciudad inteligente y de sus servicios.

Las ciudades más habitadas son las que suelen disponer de una mayor capacidad financiera, y de una cierta ventaja competitiva a la hora de abordar proyectos y actuaciones para dotar de inteligencia a sus infraestructuras, pero no obstante, la actual situación económica lleva a la necesidad de la contención en base al endeudamiento público. Existen factores no económicos, que favorecen a las poblaciones de tamaño medio, con respecto a las grandes urbes y las mega-ciudades de más de 3 millones de habitantes. Esto lleva a que un alto número de ciudades de tamaño intermedio sean precisamente las que den el primer paso para convertirse en una ciudad inteligente, por delante de las grandes urbes.

Las necesidades y preferencias de los ciudadanos y Ayuntamientos son muy diversas y por ello cada ciudad elige una manera a la hora de desplegar los servicios en la ciudad. La mayor parte de las acciones emprendidas durante las primeras fases de desarrollo de la implantación de proyectos están más orientadas a proporcionar servicios para los cuales existe una demanda evidente por parte de la ciudadanía, con el fin de resolver las necesidades más exigentes.

7.2.1. Estrategias en ciudades de nueva creación

En el caso de las ciudades de nueva creación o las zonas nuevas de las ciudades ya existentes, la situación es bastante particular, ya que las infraestructuras asociadas a los nuevos servicios se podrán desplegar a la vez que se despliegan el resto de las infraestructuras, por lo que se consigue una reducción de costes a la vez de un diseño optimizado para la gestión eficiente de los recursos. Desde un principio la gestión de las infraestructuras ya se plantean bajo la necesidad de uso de las nuevas tecnologías desde sus inicios.

7.2.2. Estrategias en ciudades que afrontan cambios y modernizaciones

En el caso de una ciudad consagrada, es decir ya desarrollada, estructurada, el camino hasta convertirse en una ciudad inteligente requiere de un mayor esfuerzo por parte de las autoridades municipales para conseguir mostrar los servicios del proyecto a los diferentes agentes que participan en él, y además en obtener la inversión necesaria, lo cual puede ser un problema en la situación actual de la propia ciudad de que pase por dificultades de financiación local. En este caso, el camino más común suele ser el de una ciudad que afronta cambios de modernización de sus infraestructuras y servicios.

Las ciudades que están en esta situación evalúan las infraestructuras existentes y definen los objetivos a desarrollar, priorizando aquellos servicios de vital importancia y necesidad.

Cuando se trata de ciudades de países desarrollados, el concepto de Smart City cobra una gran relevancia a la hora de afrontar renovaciones de infraestructuras de la ciudad, para asegurar la propia sostenibilidad de la ciudad, desde un punto de vista energético como de gestión de recursos, la energía, el tráfico, el agua, el aire, entre otras cosas.

Cuando una ciudad de estas características se enfrenta a implantar el concepto de ciudad inteligente, se enfrenta a la renovación de sus infraestructuras con el hecho de usar las nuevas tecnologías para gestionar de una manera mucho más eficiente la infraestructura como al mismo tiempo de ofrecer una mayor calidad de servicio al ciudadano.

En caso contrario, cuando se trata de ciudades de países en vías de desarrollo, la plataforma de Smart City, se suele tener en cuenta para ayudar a resolver problemas como: la congestión de tráfico, densidad urbana, recursos, etc. originados por la rápida urbanización llevada a cabo durante los últimos años. Se trata de mejorar el transporte, las infraestructuras de comunicación, así como fomentar la industria y el comercio.

Capítulo 8

8. Elementos clave para el desarrollo de las Smart Cities

8.1. Pacto entre alcaldes

A raíz de la adopción en 2008 del conjunto de medidas relativas al cambio climático y la energía, la Comisión Europea puso en marcha el Pacto entre Alcaldes para ratificar y apoyar los esfuerzos realizados por las autoridades locales en la aplicación de políticas sostenibles en materia de energía.

Al firmar de forma voluntaria el Pacto entre Alcaldes, las ciudades se comprometen a aplicar políticas energéticas sostenibles para cumplir y superar la reducción del 20% de las emisiones de CO₂ en el marco de la UE, a través de una mejora de la eficiencia energética y del desarrollo de las fuentes de energía renovables. Teniendo en cuenta que el 80 % según la UE del consumo principal de energía y de las emisiones de CO₂ está asociado a la actividad urbana, el papel que toman ahora los Ayuntamientos es de especial importancia.

Se trata de la primera iniciativa de la CE dirigida a las autoridades locales y a los ciudadanos para luchar contra el cambio climático. Los alcaldes de las ciudades que quieran participar se comprometen a cumplir los siguientes compromisos:

- Ir más allá de los objetivos establecidos por la UE para 2020 fomentando la eficiencia energética y el desarrollo de la implantación de las energías renovables. Se busca reducir las emisiones de CO₂ en los diferentes ámbitos urbanos de la ciudad en al menos un 20% mediante la aplicación del Plan de Acción para la Energía Sostenible.

- Elaborar un inventario de emisiones de referencia como base para el *Plan de Acción para la Energía Sostenible (SEAP)*.
- Presentar el Plan de Acción para la Energía Sostenible.
- Movilizar a la sociedad civil para que participen en el desarrollo del Plan de Acción.

Los 2.849 signatarios son ciudades de diferentes tamaños, y que por el momento el Pacto de Alcalde ha sido firmado por 2411 municipios, que representa una población de más de 130 millones de habitantes. España, con 836 entidades que han firmado el acuerdo, es el segundo país por detrás de Italia. Entre las entidades españolas se encuentran: Madrid, Barcelona, Bilbao, Valencia, Málaga, Palencia y Vitoria.

En la siguiente figura, se puede observar un mapa donde son Italia y después España, las que encabezan la lista de más municipios que han formado y por lo tanto se han comprometido a cumplir el Pacto entre Alcaldes.

Pacto entre Alcaldes



Fuente: Pactodelosalcaldes.eu

Las ciudades inteligentes del Pacto deben preparar un inventario de referencia de las emisiones como base para el *Plan de Acción para la Energía Sostenible (PAES)*, entregar el PAES en el transcurso del año siguiente a la adhesión formal al Pacto entre Alcaldes, adaptar las estructuras de las ciudad, incluida la asignación de suficientes recursos humanos para emprender las acciones necesarias, movilizar a la sociedad civil en sus zonas geográficas para que participen en el desarrollo del Plan de Acción, haciendo un especial hincapié en las medidas políticas necesarias para aplicar y lograr los objetivos del mismo. Las ciudades también se comprometen a entregar un informe de aplicación al menos cada dos años tras la entrega del Plan de Acción para la Energía Sostenible a efectos de su evaluación, seguimiento y verificación.

8.2. Potencial

8.2.1. Reducción de emisiones

El mayor potencial que poseen las Smart Cities, desde el punto de vista energético, es la reducción de las emisiones de CO₂ que se puede obtener gestionando de forma inteligente las ciudades.

Esta mejora medioambiental esta ligada a otros factores positivos como, la disminución de factores de energía convencionales, el aumento de la fiabilidad de las líneas de transporte, entre otros factores.

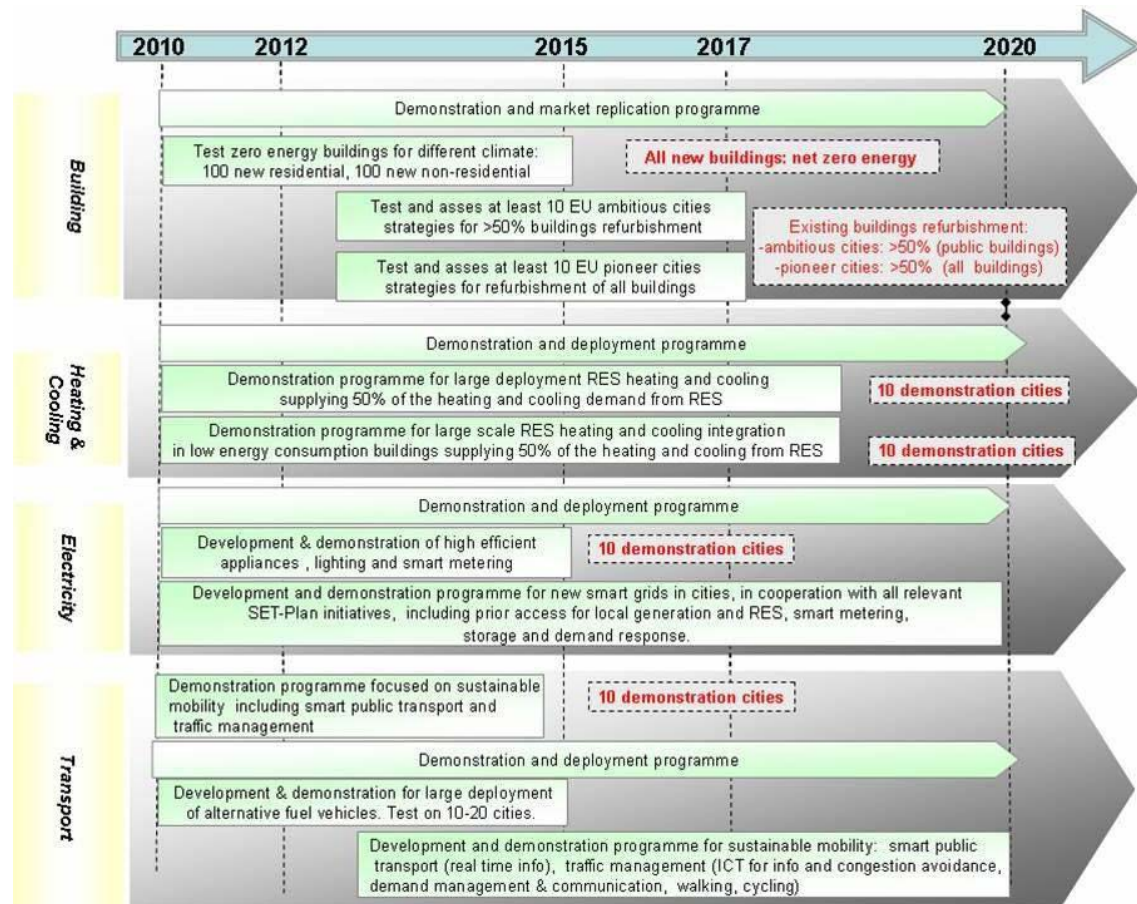
Las futuras ciudades inteligentes deberán tener una estrategia firme con los objetivos 20/20/20 para el 2020 según la Unión Europea.

- Disminuir un 20% de consumo de energía.
- Reducción del 20% de emisiones de CO₂.
- Incremento de un 20% de la energía consumida provenga de origen renovable.

Según el plan SET-Plan de la Unión Europea sobre las Smart Cities, existen objetivos específicos y proyectos pilotos a desarrollar para cuatro áreas principales: edificios, redes eléctricas, calefacción y refrigeración, y por último transporte.

Estos objetivos están incluidos en el mapa de ruta de la Unión Europea para el 2020.

Mapa de ruta de la Ciudad Inteligente



Fuente: setis.ec.europa.eu

El informe sobre las Smart Cities de la UE, resalta las oportunidades de las aplicaciones de las TIC avanzadas en los sectores industriales y empresariales más estratégicos, y como contener y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

El informe “*Global e-Sustainability Initiative*” (GeSI) se centra en la sostenibilidad de las tecnologías de la información y la comunicación, mediante la innovación. En Junio de 2008 GeSI se convirtió en una organización sin ánimo de lucro con sede en Bélgica cuyo objetivo era promover una industria eficiente así como la innovación referente a gestionar los riesgos asociados a las TIC y concienciar sobre el potencial existente en crear una economía con bajas emisiones de carbono.

Su trabajo se centra en cinco áreas principales:

- Cambio climático
- Eficiencia energética

- Basura energética
- Políticas y estándares
- Cadena de aprovisionamiento

Según la Agencia Internacional de la Energía, una aplicación eficiente de las TIC permitirá ahorrar 15 Giga Toneladas de emisiones de gases de efecto invernadero en el sector eléctrico, 12 GT en el transporte, 8 GT en edificación y 5,7 GT en la industria. En el informe 2020, se muestra como las TIC pueden proporcionar un ahorro de emisiones de aproximadamente 7,8 GtCO₂e en 2020, lo que representa el 15 % de las emisiones en 2020, según una estimación. En términos económicos, la eficiencia energética proporcionada por las TIC se traduce en un ahorro de costes de 600.000 millones de euros aproximadamente.

Se pueden identificar cuatro grandes grupos donde las TIC que pueden contribuir de manera significativa en el ahorro energético, y por lo tanto, en la reducción de las emisiones de CO₂.

- *Motores inteligentes*: los motores optimizados y la automatización industrial podrían reducir hasta un 0,97 GtCO₂e a nivel mundial, lo que supone un valor de 68.000 millones de euros.
- *Logística inteligente*: mediante la logística inteligente para el 2020 se puede alcanzar un ahorro de 1,52 GtCO₂e a nivel mundial, por lo que supone un valor de 280.000 millones de euros.
- *Edificios inteligentes*: a nivel global, la construcción de edificios inteligentes puede alcanzar un ahorro de 1,68 GtCO₂e de emisiones, por lo que equivale a 216.000 millones de euros de ahorro.
- *Redes de suministro eléctrico inteligente*: las tecnologías de redes de suministro eléctrico inteligente han respondido a la oportunidad del ahorro, pudiendo reducir 2,03 GtCO₂e de emisiones globales, lo que supone 79.000 millones de euros.

8.2.2. Beneficios generales

Las ciudades inteligentes presentan una serie de medidas que ayudarán a disminuir la emisión de gases de efecto invernadero, emplear de manera sostenible los recursos disponibles y gestionar eficientemente las fuentes energéticas, ayudando a incorporar sistemas más limpios y renovables.

Las ventajas que podrían aportar a la sociedad las ciudades inteligentes son ilimitadas en función del grupo ilimitado.

Organismos públicos

- *Mayor capacidad de gestión de los servicios ofrecidos a los ciudadanos:* creación de redes eléctricas más robustas y gestionables, mayor control del tráfico, información sanitaria, etc.
- *Menor consumo de los recursos disponibles:* sistemas de iluminación más eficiente, posibilidad de reducir el consumo de combustibles fósiles, etc.
- *Impulso de la economía local:* generación de empleo, creación de tejido industrial y empresarial, fomento de desarrollos tecnológicos locales, posibilidad de potenciar el turismo confines ecológicos y tecnológicos, etc.

Ciudadano

- *Mayor volumen de información útil y accesible:* conocimiento de su consumo energético, información sobre el tráfico y alternativas disponibles de transporte público, comunicación vía móvil de diferentes ámbitos, etc.
- *Aumento de la comodidad y calidad de vida:* mayor nivel de domótica en los edificios, edificios inteligentes, etc.
- *Ahorro económico debido al menor consumo:* disminución en la tarifa de la luz, agua y gas.

Empresas privadas

- *Aparición de nuevas oportunidades de mercado:* desarrollo de nuevas tecnologías, especialmente las relacionadas con las TIC.
- *Mayor conocimiento de las necesidades del cliente final:* implantación de contadores inteligentes, etc.

Infraestructuras de redes inteligentes

- Infraestructuras de telecomunicaciones
- Avanzar en la gestión de la movilidad urbana con las tecnologías de información y comunicación.
- Desarrollar sistemas electrónicos de descongestión de tráfico en el centro de la ciudad.
- Información integrada multimodal en los terminales móviles.

Capítulo 9

9. Análisis del índice de ciudades inteligentes en España

9.1. Metodología

Para conocer el nivel de desarrollo de las ciudades inteligentes, el procedimiento se basa en los siguientes pasos:

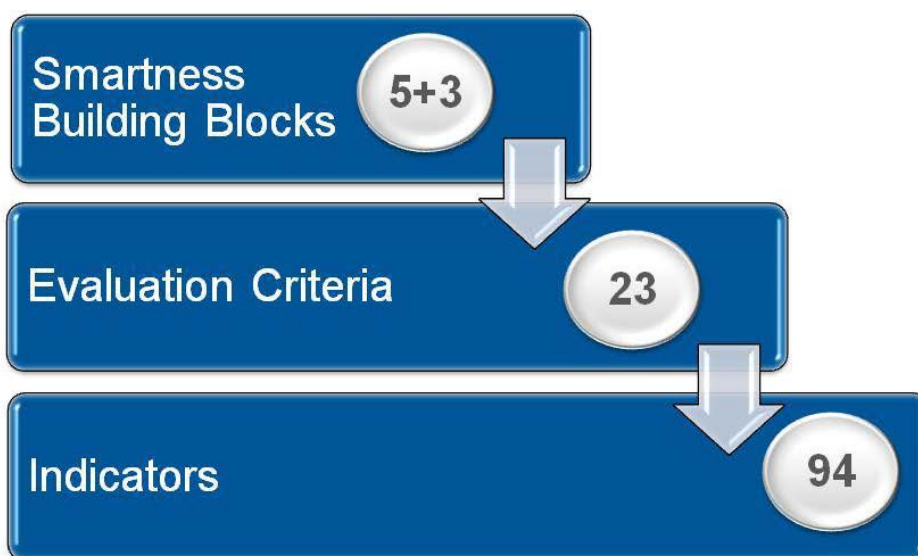
- La identificación de los pilares básicos para el concepto de inteligencia.
- La identificación, para cada pilar del concepto de inteligencia, de los criterios de evaluación.
- La identificación, para cada criterio de evaluación, de los indicadores que haya que valorar.

Los pilares del concepto de inteligencia que se deberán usar para el análisis de inteligencia, se organizan en dos grandes grupos:

- **Dimensiones inteligentes:** *Gobierno Inteligente, Edificios Inteligentes, Movilidad Inteligente, Energía y Medio Ambiente inteligente y Servicios Inteligentes.*
- **Fuerzas facilitadoras:** *Personas, Economía y Tecnología de la Información y la Comunicación.* Si bien es cierto que la población y la economía se benefician del desarrollo de las ciudades inteligentes, estas a la vez actúan como factores de apoyo para el éxito, también es cierto que en el ámbito de las TIC, éstas desempeñan un papel clave para la inteligencia de una ciudad, por ese motivo su ponderación relativa es

mayor a las demás (40%) frente a las asignadas a la población (30%) y la economía (30%).

Tanto las Dimensiones de inteligencia como las Fuerzas habilitadoras se evalúan y se ponderan a través de los criterios de evaluación. Los 23 criterios de evaluación van en función de la demografía de las ciudades, nivel educativo y edad media de la población, la composición y el dinamismo económico, la transparencia del gobierno local, las políticas de protección medioambiental, el acceso a los servicios electrónicos, eficiencia de los edificios, residencias y comerciales, las iniciativas hacia las energías limpias y renovables, el teletrabajo, la gestión del tráfico, la gestión de la movilidad, la calidad de vida de los ciudadanos, los compromisos hacia la reducción de emisiones de carbono, el nivel de desarrollo de las TIC, etc. Con el objetivo de hacer una valoración más exhaustiva, ajustada y conveniente de todos los criterios de evaluación, se incluyó un conjunto de 94 indicadores (por ejemplo, estadísticas). La información y los datos que se obtienen se normalizan y se transforman en valores estandarizados para realizar comparaciones de los parámetros.

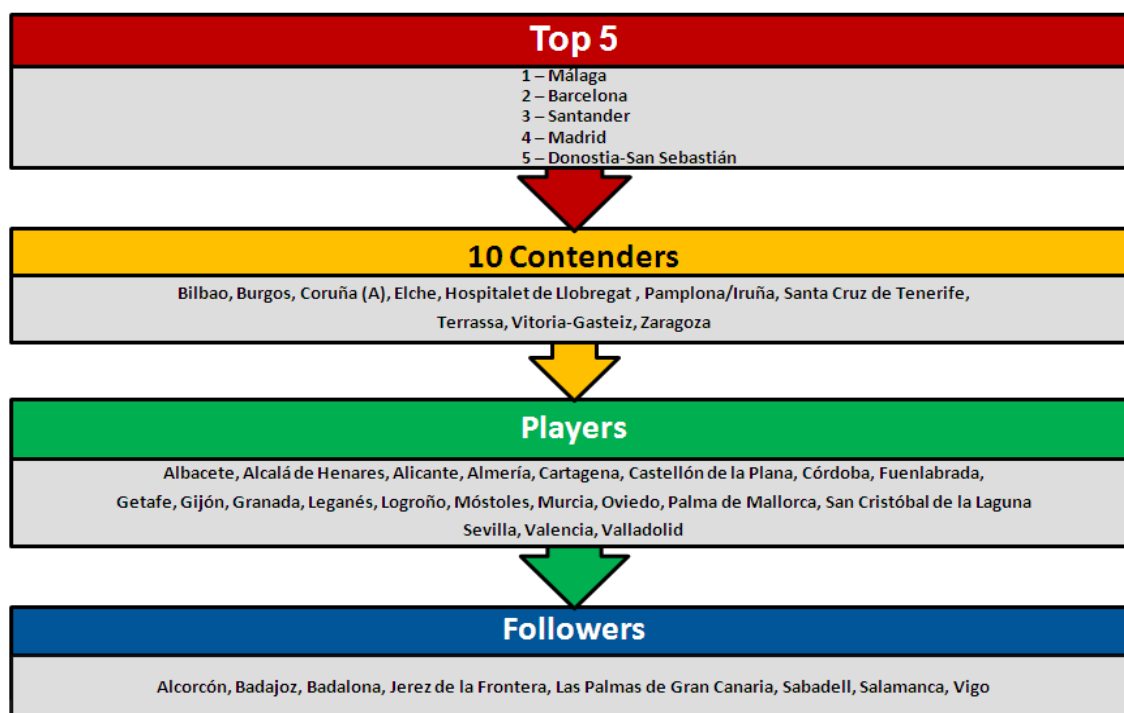


Fuente: IDC

9.2. Ranking de Ciudades Inteligentes

El índice de ciudades inteligentes se compone de 94 indicadores clave que constituyen 23 criterios de evaluación y 8 pilares de conceptos de inteligencia (5 Dimensiones de Inteligencia más 3 Fuerzas Habilitadoras). El Ranking del Índice de Ciudades Inteligentes resulta de la combinación de las puntuaciones obtenidas por las 44 ciudades para las 3 Fuerzas Habilitadoras y las 5 Dimensiones de Inteligencia, con un porcentaje del 20% y del 80% respectivamente. El Ranking de Ciudades Inteligentes se

presenta de la siguiente forma: las cinco “Mejores” ciudades, diez “Aspirantes” (Contenders) agrupadas, veintiuna “Participantes” (Players) agrupadas y ocho “Seguidoras” (Followers) agrupadas. Los cuatro grupos (Cinco Mejores, Diez Aspirantes, Veintiuna Participantes y Ocho Seguidoras) se distinguen por los colores rojo, amarillo, verde y azul, respectivamente.



Fuente: IDC

9.3. Las cinco mejores ciudades españolas

Las cinco mejores ciudades del Ranking del Índice de Ciudades Inteligentes van numeradas del 1 al 5 en función de la puntuación final obtenida en el índice.

1. Málaga

Málaga es la ciudad más inteligente de España. Ocupa el primer puesto por haber obtenido una puntuación alta en las Dimensiones de Inteligencia, pese a su puntuación relativamente baja en las Fuerzas Habilitadoras (Personas, Economía, TIC). Málaga obtuvo muy buen valor en dos Dimensiones de Inteligencia: Energía y Medio Ambiente Inteligentes y Servicios Inteligentes. El hecho de que Málaga se haya puesto en los primeros puestos en las categorías de Energía y Medio Ambiente Inteligente no es

ninguna sorpresa, ya que es una ciudad pionera en la eco-eficiencia a través de su proyecto Smart City Málaga. Su objetivo último es obtener un ahorro energético del 20% tras adoptar las siguientes medidas:

- Conseguir una integración óptima de las fuentes de energía renovables en la red eléctrica.
- Acelerar la generación al consumo a través del establecimiento de nuevos modelos de gestión de la generación eléctrica.
- Usar baterías para almacenar la energía generada para que parte de esta pueda aprovecharse más adelante en el control climático de edificios, alumbrado público y transporte.
- Aprovechar los nuevos contadores inteligentes, los sistemas avanzados de telecomunicaciones, el telecontrol para transformar las operaciones de la red de distribución eléctrica, por lo que favorecerá una mejora en la calidad del servicio.

En cuanto a los servicios inteligentes, Málaga obtuvo una puntuación alta en los servicios de seguridad y emergencia a los ciudadanos, además de la educación eléctrica, por el contrario obtuvo una puntuación relativamente baja para Fuerzas Habilitadoras.

2. Barcelona

Barcelona tiene una puntuación más baja en las Dimensiones de Inteligencias, pero lo compensa con una puntuación mucho mejor en las Fuerzas Habilitadoras. Desde un principio, Barcelona cuenta con una fuerte adopción de las TIC y de las soluciones móviles. En cuanto a las Dimensiones de Inteligencia, Barcelona destaca en Movilidad Inteligente. Revolucionó el sector del transporte, designado como el centro de la innovación para el vehículo eléctrico, con la implantación del proyecto **LIVE**. El sector del transporte representa en España el 37,9% del consumo final de energía, lo que supone más de un cuarto de las emisiones totales de CO₂. España está facilitando de forma activa la adquisición de vehículos de bajas emisiones en vehículos híbridos o totalmente eléctricos.

LIVE (*Logística para la Implantación del Vehículo Eléctrico*), es una plataforma público-privado que pretende respaldar y promover el desarrollo de la movilidad eléctrica en la ciudad y en el área metropolitana de Barcelona. Cuenta en la actualidad con 234 puntos de recarga repartidos por todo el territorio, además de haber provisto de otros puntos para un futuro cercano. Además, muestra todos los puntos de recarga actuales, futuros y los

que están fuera de servicio en ese momento o temporalmente. En algunos casos hay más de un punto de recarga (enchufe) en cada estación de recarga.

Con la tarjeta del vehículo eléctrico LIVE, los usuarios podrán acceder a otros más servicios:

- Beneficios fiscales: de hasta un 75% del impuesto de matriculación
- Estacionamiento gratuito en cualquier zona regulada de la ciudad.
- Nuevos aparcamientos públicos con un 3% de plazas reservadas para vehículos eléctricos.

3. Santander

Santander es en la actualidad la 3ª ciudad más inteligente de España. No destaca en el apartado de Fuerzas Habilitadoras (Personas, Economía, TIC), donde Santander obtiene una puntuación justo por encima de la media para los tres criterios de evaluación. Sin embargo, la ciudad compensa esta deficiencia con una nota muy alta en las Dimensiones de Inteligencia, sobre todo en los grupos de Edificios Inteligentes y Energías y Medio Ambiente Inteligentes.

Santander es una de las ciudades más pequeña, junto con San Sebastián, de las cinco mejores ciudades del índice de ciudades inteligentes, con menos de 200.000 habitantes. Esta ciudad a través de su proyecto Smart Santander se convierte en una futura ciudad inteligente. La ciudad servirá de banco de pruebas y en directo para la experimentación y evaluación a gran escala de la Internet del Futuro y de la Internet de las Cosas (Internet of Things, IoT), empezando por el despliegue de 20.000 sensores a lo largo de la ciudad. Entre las propuestas previstas en proyecto de Smart Santander se incluyen la supervisión medioambiental, el control del tráfico, las eficiencias del transporte público y la gestión de residuos urbanos.

4. Madrid

Madrid es la cuarta ciudad más inteligente de España. El índice de ciudades inteligentes, da a conocer que Madrid tiene una Fuerzas habilitadoras muy potentes frente a otras ciudades españolas, en concreto en lo relativo a su economía y a sus TIC. Además de ser la ciudad con un mayor poder económico de España, Madrid es la 14ª ciudad económicamente más desarrollada del mundo en 2011.

En el conjunto de las Dimensiones de Inteligencia, Madrid obtuvo una puntuación inferior a Málaga, Barcelona y Santander, pero la mayor puntuación en cuanto a los criterios de evaluación de Gobierno Inteligente y una puntuación alta en Movilidad Inteligente. Obviamente una puntuación muy buena en los criterios de evaluación de Gobierno Inteligente beneficia a toda España, no solo a la propia capital. Madrid como ciudad más grande de España se afana por mejorar su movilidad y condiciones de tráfico.

En lo referido a la Movilidad Inteligente, Madrid fue elegida por el *Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE)* como el banco de pruebas del proyecto MOVELE de movilidad eléctrica. Madrid aspira a tener una red de 280 puntos de recarga de vehículos eléctricos, situados en calles y aparcamientos, entre otros sitios. Otra de las iniciativas que ha permitido que Madrid obtenga una puntuación alta en la Dimensión de Inteligencia de Movilidad Inteligencia es su programa de *carsharing* (alquileres de coches por horas) promovido por la Fundación Movilidad.

5. San Sebastián

San Sebastián es la 5ª ciudad más inteligente de España dentro del Ranking del Índice de Ciudades Inteligentes. Demostró un equilibrio perfecto de Fuerzas Habilitadoras, con puntuaciones muy altas en los de evaluación de Personas, Economía y TIC. Aunque haya obtenido una puntuación más baja que las otras cinco en las Dimensiones de Inteligencia, si consiguió más puntos que la media en los apartados de Servicios Inteligentes y en menor medida, de movilidad Inteligente.

Participantes

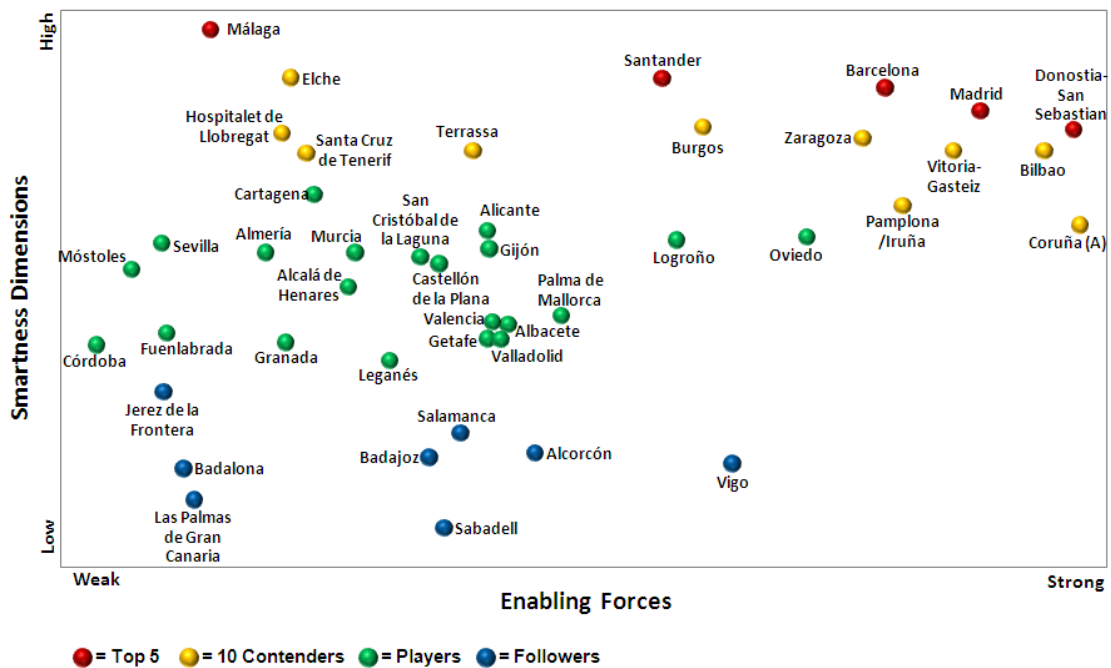
Se tratan de ciudades con una puntuación media en cuanto a Fuerzas Habilitadoras y que rondaron la media de las Dimensiones de Inteligencia. Estas ciudades están tomando las medidas adecuadas para convertirse en ciudades inteligentes, como la firma del Pacto entre Alcaldes.

Seguidoras

Son ciudades que están por debajo de la media en los pilares de Fuerzas Habilitadoras y Dimensiones de Inteligencia, pero merece la pena reiterar que las puntuaciones bajas en el apartado de Fuerzas Habilitadoras (Personas, Economía y TIC) no impiden un buen rendimiento en las Dimensiones de Inteligencia (Gobierno Inteligente, Edificios Inteligentes, Movilidad Inteligente, Energía y Medio Ambiente Inteligente y Servicios Inteligentes).

9.4. Matriz de Ciudades Inteligentes

Además del Ranking de las ciudades más inteligentes de España, también se ha diseñado una Matriz, donde se representan la posición relativa de las 44 ciudades españolas que se evaluaron. Se combina los resultados de las Fuerzas Habilitadoras y las Dimensiones de Inteligencia (20 % y 80% respectivamente), la Matriz traza las puntuaciones de cada ciudad para dos conjuntos de datos por separados. En la Matriz, las Dimensiones de Inteligencia de las ciudades aparecen representadas en el eje Y, y las Fuerzas Habilitadoras, en el eje X. Las ciudades están representadas en 4 grupos diferentes identificados con un color diferente (rojo las cinco Mejores, amarillo las diez Aspirantes, verde las Participantes y azul para las Seguidoras).



Fuente: IDC

Capítulo 10

10. Tecnologías de la Información y las Comunicaciones al servicio de las ciudades

Las comunicaciones son la espina dorsal de las Ciudades Inteligentes y sostenibles, por ello una infraestructura robusta y de calidad se ha convertido en una necesidad para cualquier Administración Pública.

La ciudad inteligente se debe sustentar en una completa red comunicaciones que este accesible a todos los agentes que la constituyen: ciudadanos, empresas y Administración. La conectividad debe estar garantizada, especialmente la conectividad en movilidad tanto para que la información sea ubicua para todos los ciudadanos, como para que sobre dicha red se puedan implementar el resto de los sistemas.

Actualmente, el mundo de la voz, datos y video es uno solo, en el que todas las comunicaciones se realizan sobre la misma infraestructura IP. Las organizaciones multi-sede adquieren una gran ventaja operativa y económica con la implantación de sistemas de comunicaciones unificadas IP.

El nuevo modelo de consumo, activará y fomentará el **comercio electrónico**, junto con la capacidad tecnológica de las redes de telecomunicaciones, darán lugar a un desarrollo del comercio electrónico que exigirá una adaptación tanto de las empresas como de la Administración. El acceso a la información debe ser rápido ya que hablamos de servicios en tiempo real siendo imprescindible para la construcción de una ciudad. No solo una banda ancha es suficiente para que el ciudadano pueda acceder a todos los servicios que la tecnología ofrece, sino que la propia ciudad debe ofrecer una banda ancha en movilidad.

Además, es importante que la arquitectura sea escalable y pueda adaptarse a las nuevas necesidades de servicios relacionados con las infraestructuras y los ciudadanos. El despliegue de las infraestructuras móviles necesarias para recoger los datos sobre la actividad de la ciudad resulta de crucial importancia, pero de por sí no es suficiente para obtener un rendimiento de una ciudad inteligente. El retorno real de la inversión se obtiene en una fase posterior durante la cual los datos se transforman en información valiosa. Esto supone que la justificación financiera de esta fase resulte complicada y sea necesario aspirar a organismos público-privado.

Los sistemas de comunicaciones de una ciudad inteligente están formados por su infraestructura de telecomunicaciones, incluyendo telefonía, banda ancha y conexiones inalámbricas. La posibilidad de acceder a la información y transmitirla es fundamental para la economía moderna y esencial para una ciudad inteligente.

10.1 Las comunicaciones. Elementos básicos

Las TIC representan un conjunto de herramientas, soporte y canales para el procesamiento, tratamiento y comunicación de la información. El concepto TIC gira en torno a tres medios: la informática, las telecomunicaciones y las tecnologías de audiovisuales (multimedia).

El uso extensivo y cada vez más integrado de las TIC es una característica y factor de cambio de la sociedad actual. Las TIC siguen el ritmo de los avances científicos en un marco económico y cultural provocando continuas transformaciones en las estructuras económicas, sociales y culturales.

Las TIC están apareciendo en casi todos los aspectos de la vida: el acceso al mercado de trabajo, la sanidad, la gestión administrativa, el diseño industrial, el ocio, la comunicación, la calidad de la vida, la educación, etc.

Las TIC nos facilita la realización de nuestros trabajos porque siempre requieren de una cierta información para realizarlo, un determinado proceso de datos y a menudo también la comunicación con las personas.

Las principales aportaciones de las TIC son las siguientes:

- **Fácil acceso a todo tipo de información:** las TIC permiten gestionar información en cualquier formato.
- **Proceso de datos rápido y fiable:** los sistemas informáticos permiten realizar cualquier tipo de procesamiento de datos de forma rápida y fiable.
- **Canales de comunicación inmediata:** síncrona y asíncrona, para difundir información y contactar con cualquier persona o institución.

- **Almacenamiento de grandes cantidades de información:** pequeños soportes de fácil acceso.
- **Automatización de tareas:** mediante la programación de actividades en los ordenadores.
- **Interactividad.**
- **Digitalización de la información:** se puede captar cualquier información, procesarla y finalmente convertirla a cualquier formato para almacenarla y distribuirla.

Sin embargo, a pesar de todas estas ventajas existen algunas circunstancias que pueden llegar a impedir su amplia difusión:

- **Problemas técnicos:** incompatibilidades entre equipos y software, poco ancho de banda disponible, etc. Este tipo de problemas con el paso del tiempo está perdiendo importancia.
- **Falta de formación:** se necesitan conocimientos técnicos y prácticos además de actitud para la utilización de las nuevas herramientas y tecnologías. Es necesaria una cierta alfabetización digital.
- **Problemas de seguridad:** código malicioso, spam... en definitiva, todo lo relacionado con la vulnerabilidad de los sistemas.
- **Barreras económicas:** a pesar del progresivo abaratamiento de los equipos su precio todavía resulta elevado.
- **Barreras culturales:** el tema del idioma el inglés, lengua dominante en el campo de las TIC.

La distribución de la población cambia y los modelos de ciudad que conocemos hasta ahora dejan de ser útiles. En este momento, para la reinterpretación del espacio urbano entran en juego las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), que poco a poco van ganando espacio y permiten que las ciudades sigan desarrollándose sin perder de vista un factor muy importante, el respeto al medio ambiente.

La ciudad inteligente es aquella que usa las TIC para hacer que su infraestructura y servicios sean más interactivos y eficientes con el fin de que sus ciudadanos se beneficien de ellos y alcancen una mejor calidad de vida, reducir el gasto público e incrementar su eficiencia. El uso de las TIC se hace imprescindible ante la demanda creciente, desarrollo sostenible, calidad de vida y sabia gestión de los recursos, las Administraciones públicas han de plantearse una evolución de los modelos de gestión de las ciudades.

Integrar el uso de las TIC en la evolución de una ciudad no solo va a suponer notables mejoras en la provisión de los servicios, sino que va a constituir una vía sostenible para el desarrollo en las próximas décadas de la economía de las ciudades y por lo tanto en la del propio país.

El uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones puede mejorar la eficiencia y la eficacia de la educación en todos los niveles, mejorando la conectividad y la colaboración entre los centros, facilitando el acceso a los contenidos y en general proporcionando comunicaciones unificadas. Se trata de utilizar las TIC para educar, investigar y difundir la cultura, estará presente en todos los sectores y ámbitos de la actividad humana, haciendo la ciudad más accesible y sostenible, del mismo modo de obtener beneficios sociales y económicos.

El concepto de Smart City, se define como la incorporación de diferentes servicios ya existentes como la electricidad, el agua, el transporte, el gas, la recogida de residuos, etc. así como la interacción con futuros desarrollos tecnológicos como la recarga de vehículos electrónicos en una red inteligente a través del desarrollo de las TIC.

Dentro de la sociedad sostenible y respetuosa se destaca el papel de las TIC con el medio ambiente. Las ciudades inteligentes utilizan las TIC en diferentes ámbitos como la energía, el medio ambiente, el transporte, la gestión o la construcción con el fin de mejorar la calidad de vida de las personas que residen en ella, ofrecen la posibilidad de proporcionar una evolución estructural hacia productos y servicios menos intensivos en recursos, ahorrar energías en los edificios y las redes eléctricas y contar con unos sistemas de transporte inteligentes más eficientes y de menor consumo energético.

Las soluciones que ofrecen las tecnologías de la información son importantes, pero hay que desarrollar programas pilotos para ver si serán aceptadas y si estas pruebas se pueden hacer en escalas mayores. El empleo de las TIC para su análisis en tiempo real, supone la finalidad de transformar el modo de operación de una o más áreas.

El incremento de la inteligencia y la eficiencia de los entornos exteriores son una tendencia y una necesidad en la actualidad. Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones juegan un papel fundamental en la evolución de estos entornos hacia espacios sostenible, cómodo, interactivo e intercomunicado para mejorar de vida de las personas que viven en ellos.

Gran parte de las TIC aplicables a estos entornos se pueden englobar en lo que se ha dado a conocer en los últimos años como el concepto de **Internet de las Cosas**, y que consiste en que todos los elementos de la naturaleza son capaces de comunicarse con todo lo que les rodea, y transmitir información de su estado, posición, etc. de forma que se puedan tomar decisiones en base a la misma.

Un entorno existente puede ser una habitación, una vivienda completa, un barrio, un vehículo, un vagón de metro, un avión, un barco, un parque, un hospital, un hotel, o

incluso una ciudad completa. Un día de una persona en una ciudad del año 2020 será muy distinto a un día actual.

En este apartado se realizará un recorrido por las tendencias tecnológicas que están empezando a ser aplicadas en la actualidad y que dotan de inteligencia a los entornos urbanos. Las TIC tienen una relación muy estrecha con el concepto de Ciudad Inteligente, desde el punto de vista de las diferentes entidades que tienen como base común el gran protagonismo que las TIC tendrán en las ciudades del futuro y como los distintos elementos (ciudadanos, empresas, sistemas) deberán estar conectados entre sí, se utilizarán para crear una compleja red de sistemas de información y optimización de los mecanismos de funcionamiento de la urbe.

Las tecnologías facilitarán este cambio de paradigma en las ciudades, destacando por encima del resto las que se encuentran bajo el concepto de la Internet de las Cosas (IoT) que permitirá que la red de redes esté presente en objetos del mundo real, como un automóvil o un electrodoméstico. Esta extensión de Internet al mundo físico permitirá que muchos elementos en el interior de las casas y en toda la ciudad en general estén interconectados y puedan intercambiar información en tiempo real así como tomar decisiones automáticas.

Las ciudades están llevando a cabo diferentes iniciativas a nivel nacional para convertirse en entornos inteligentes. Estas iniciativas se han dividido siguiendo la distinción de los sistemas básicos en una ciudad en cinco grandes grupos: recursos naturales, sanidad, transporte, administración y turismo. A pesar del largo camino que queda por recorrer, los organismos europeos y nacionales están tomando conciencia de la necesidad de convertir las ciudades en ecosistemas eficientes y respetuosos con el medioambiente, apoyando y promocionando proyectos e iniciativas relacionadas con las ciudades inteligentes.

Tecnologías facilitadoras para la Ciudad Inteligente



Fuente: Observatorio Tecnológico, Instituto Tecnológico de Informática.

Las tecnologías de la información y las comunicaciones conforman uno de los pilares fundamentales para las ciudades del futuro, puesto que permitirán dotarlas de la inteligencia necesaria para lograr una vida más fácil y sostenible para todos.

Las principales ventajas del uso de las TIC es que se producen notables ahorros en los costes operativos, se mejoran los niveles de eficiencia energética y se optimiza la temporización de los servicios (reduciéndose los tiempos de ejecución de las tareas y consiguiendo una mejor sincronización entre ellas).

No podemos pasar por alto el estudio del movimiento demográfico que se está produciendo en los últimos años, que reafirma ese papel de las nuevas tecnologías. Así, según el último informe sobre el estado de las ciudades de la ONU, **se espera que en 2050 el 86% de la población de países desarrollados vivan en las ciudades**, siendo del

67% en las regiones menos desarrolladas. Globalmente se espera que **7 de cada 10 personas** este viviendo en un área urbana en 2050. Este panorama hace evidente la necesidad crucial de mejorar la gestión y la eficiencia de las ciudades, por lo que las TIC en general y la Internet de las Cosas en particular, van a jugar un papel muy importante.

La **Internet de las Cosas** (Internet of Things, IoT) se concibe como las tecnologías y disciplinas que permiten que Internet alcance el mundo real de los objetos físicos. Consiste en la gestión de la información acerca del mundo real de los objetos y su entorno que proporcionan un conjunto de sensores y de dispositivos de comunicación inalámbrica situados en el entorno.

La cantidad de dispositivos conectados a Internet actualmente supera a la población mundial y **para 2020 se espera que más de 50 billones de objetos estén online**. No se trata solo de ordenadores y teléfonos inteligentes, sino que miles de objetos podrían comunicarse a través de Internet. Para ello todos estos objetos requerirán una dirección identificadora por lo que se esta desarrollando desde hace años la nueva versión de IP (Internet Protocol), la tecnología de comunicaciones que subyace cuando utilizamos Internet, que actualmente es la versión 4 (IPv4). El espacio de dirección del nuevo **IPv6 (IP versión 6)** es tan enorme que alcanzaría para otorgarle 100 direcciones públicas a cada átomo presente en el planeta Tierra.

El desarrollo completo de la Internet de las Cosas viene de la mano de la red, como ya hemos comentado anteriormente da soporte a las comunicaciones máquina a máquina (M2M), pero también va ligada a conceptos como la **Inteligencia Ambiental**.

El paradigma de la Inteligencia Ambiental hace referencia a entornos en los que las personas estarán envueltas y asistidas por interfaces inteligentes e intuitivos colocados en el interior de los objetos cotidianos e interconectados entre sí, de manera que conformarán un medioambiente electrónico que reconocerá y responderá a la presencia de los individuos inversos en él, de una forma invisible. La convergencia de ordenadores, wireless, sensores biométricos, agentes inteligentes y máquinas emocionales, estructuran y configuran funcionalmente de inteligencia al medio humano o entornos habituales, domésticos y de trabajo. La incorporación de sensores en objetos cotidianos comunicados por vías inalámbricas más las interfaces de nueva generación, la banda ancha, etc. van a conformar la Inteligencia Ambiental, al igual que los ordenadores con interfaces que captan las emociones humanas, la nanotecnología, la vida artificial, la biométrica, la domótica e inmótica, la ropa inteligente, los microprocesadores en los muebles, etc. Es más que una tecnología de tecnologías, la cual implica un nuevo escenario tecnológico que se esta formando para formar parte de la vida cotidiana de los ciudadanos.

El objetivo de la Inteligencia Ambiental, es buscar el bienestar para el ciudadano y conseguir una buena relación más amigable, racional, productiva, sostenible y segura del individuo con su entorno. Además, nos interesa promover la domótica e inmótica entendiendo por tales, al conjunto de sistemas capaces de automatizar una vivienda y la

incorporación del equipamiento de sistemas técnica automatizada de las instalaciones de los inmuebles.

El origen y base de la **Inteligencia Ambiental** (Ambient Intelligence, AmI) reside en el concepto de **Computación Ubicua**, que veía la tecnología como un medio para un fin y como algo que debía quedar en segundo plano dejando al usuario concentrarse en la tarea que estuviera realizando y no en la propia tecnología. La idea es convertir a la tecnología en algo tan excitante, tan maravilloso, tan interesante que nunca pensemos en prescindir de ella. Conseguir que se convierta en algo tan incorporado, tan adaptable, tan natural que podamos usarla sin siquiera pensar en ella.

La **computación ubicua**, integra la informática en el entorno de la persona, de forma que los ordenadores no se perciban como objetos diferenciados. La integración de dispositivos alrededor de escenarios donde se encuentre localizado el individuo, en el que éste pueda interactuar de una forma más natural con sus dispositivos y realizar cualquier tarea de manera transparente. La meta está en desarrollar entornos transparentes para que de esa manera todo usuario pueda beneficiarse sin darse cuenta que la está usando, intenta lograr que la tecnología sea invisible para el usuario.

Los sistemas de internet inalámbrico tienen un gran impacto debido a su ubicuidad, tiene el potencial de estar disponible en todas partes y son completamente invisibles para el usuario. Emplea un conjunto de pequeños dispositivos móviles interconectados de forma inalámbrica entre sí para la consecución de una tarea común, a la vez que facilite la interacción de una forma natural con los dispositivos de su entorno de una forma casi transparente al usuario a la hora de realizar cualquier tarea.

La inteligencia ambiental, propone la creación de entornos inteligentes que se adapten a las necesidades, gustos e intereses de la gente que viven en ellos, ayudando a llevar a cabo sus tareas diarias mediante la integración de la informática en el entorno de la persona, de forma que los ordenadores no se perciban como objetos diferenciados, que se pueda interactuar de una forma más fácil y cómoda, las personas con un ambiente tecnológico en su vida diaria y que satisfice las necesidades de información, comunicación y ocio. Esta tecnología identifica nuestra presencia y son capaces de dar una respuesta a nuestras necesidades y hábitos de una forma invisible. La tecnología se introduce en objetos de uso cotidianos de manera invisible para nosotros, formando una red de objetos que están conectados entre sí.

La inteligencia penetrará en el entorno y se convertirá en una presencia ambiental gracias a la convergencia de ordenadores ubicuos colocados en objetos cotidianos, comunicaciones inalámbricas entre ellos, interfaces de nueva generación, sensores, agentes inteligentes, banda ancha, etc. Los dispositivos que compondrán estos nuevos ambientes aprenderán de las necesidades de las personas y luego se las anticiparán. La inteligencia ambiental será invisible, personalizada, adaptativa y anticipatoria. La interconexión y convergencia de todos estos sistemas provocará un entorno inteligente

que generará un mayor bienestar para el ciudadano, racionalizando el uso de las tecnologías, de manera que la relación de los individuos y el entorno sean más productivos.

Esto supone importantes retos en cuanto a la red como en lo que se refiere al tratamiento de la información de dichos dispositivos. El objetivo es manejar la gran cantidad de información que proviene de los objetos y combinarla para proporcionar servicios útiles. Algunos de los aspectos a superar son, por ejemplo, los protocolos que se adapten a las características de los objetos, la seguridad que posibilite un uso de la red de forma natural y ubicua, la integración de dispositivos pequeños de poca capacidad, la escalabilidad, la facilidad de despliegue y la fiabilidad. También es importante considerar temas de privacidad y protección de datos.

La Internet del Futuro se concibe como la infraestructura de comunicación (dispositivos, redes, conocimiento y contenidos) que permitirá soportar una sociedad conectada en el futuro. Gira en torno a cuatro elementos: *Internet de las Cosas*, *Internet de los Servicios*, *Internet de los Contenidos* y *el Conocimiento e Internet de las Redes*.

Todos ellos, y en especial la Internet de las Cosas, contribuirá al desarrollo de las Ciudades Inteligentes. En este contexto, podemos decir que una ciudad inteligente debe tener un sistema complejo de recogida de información, unas redes que permitan circular e interaccionar todas estas informaciones de forma ubicua y un sistema mixto de toma de decisiones de actualización en base a dicha información recogida y distribuida.

A continuación, describiremos las tecnologías e infraestructuras TIC en lo referente a la movilidad que se consideran que tienen un papel fundamental en lo que al desarrollo de las ciudades del futuro se refiere.

10.1.1. Tecnologías de banda ancha cableadas

Actualmente, el **acceso a Internet de alta velocidad (o banda ancha)** se está convirtiendo en una necesidad en la mayoría de los ámbitos de la vida. Se trata de poder transmitir y recibir datos a mayor velocidad y/o más contenido. Estos contenidos son de carácter multimedia (audio, video, imagen,...). Así, la banda ancha provee acceso a los servicios de Internet de más calidad como VoIP (Voz sobre IP), juegos y servicios interactivos. En la banda ancha se incluyen varias tecnologías de transmisión a alta velocidad como pueden ser:

- **Línea digital de suscriptor (DSL):** tecnología que permite transmitir información digital a alta velocidad sobre las líneas telefónicas ya existentes en los hogares y negocios. Ofrecen conexión permanente con velocidades que van desde los 100 Kbps hasta los 52 Mbps (canal descendente). Pero su aplicación en un punto determinado esta limitado

por factores como la distancia entre la central telefónica local y la vivienda, el calibre del cable telefónico, entre otros. Transmite de forma conjunta voz, datos y video a alta velocidad. Además, la más extendida actualmente es el ADSL (línea digital asimétrica de suscriptor), que permite velocidades de hasta 15 Mbps en el canal descendente.

- **Cable:** banda ancha mediante los mismos cables coaxiales que llevan la transmisión de datos, voz al igual que imagen y sonido al televisor. Brindan velocidades de transmisión que pueden ser de una tasa binaria de 30 Mbps con un entorno variable de 128 Kbps a 10 Mbps (dependiendo del sistema). Son redes muy fiables, de muy alta capacidad y alta escalabilidad. Puede cubrir distancias relativamente grandes entre 185 y 1500 metros dependiendo del tipo de cable usado. El ancho de banda que puede alcanzarse depende de la longitud del cable y del tipo, pudiendo ser de hasta 450 MHz, produce una buena combinación con una alta inmunidad al ruido.
- **Fibra óptica:** esta tecnología convierte en luz las señales eléctricas que transportan datos y envían esa luz a través de fibra de vidrio. La fibra transmite datos a velocidades que superan ampliamente las velocidades actuales de DSL o modem de cable, normalmente en decenas o incluso centenas de Mbps. El ancho de banda de la fibra óptica es significativamente mayor con respecto a otras tecnologías de hasta 50 GHz, en la actualidad se están utilizando velocidades de 1,7 Gbps pero la utilización de frecuencias más altas permitirán alcanzar los 39 Gbps. El ancho de banda de la fibra permite transmitir datos, voz, video, etc. Con respecto a la distancia, la baja atenuación de la señal óptica permite tendidos de fibra sin necesidad de repetidores, se pueden establecer enlaces directos de 100 a 200 Km. La fibra es resistente a la corrosión y a las altas temperaturas, además de tener una baja tasa de errores, por lo que no necesita la implementación de procedimientos de corrección de errores, acelerando la velocidad de transferencia.
- **Banda ancha por la línea eléctrica (BPL):** representa el uso de tecnologías PLC que proporcionan acceso de banda ancha a internet a través de líneas de energía ordinarias. Banda ancha por medio de la red de distribución eléctrica existente de bajo y medio voltaje. Las velocidades son similares a las de DSL y modem de cable. Este servicio puede brindarse a los hogares a través de las conexiones y tomas de corrientes eléctrica existentes. El ancho de banda es de 45 Mbps aunque ya en la actualidad se alcanzan velocidades de 135 Mbps, permitiendo la distribución de datos voz, y video a unas velocidades mucho más aceptables y transformando la red eléctrica en una red de banda ancha, es

una clara alternativa válida a las conexiones ADSL. La tecnología PLC aprovecha la red eléctrica para convertirla en una línea digital de alta velocidad de transmisión de datos, permitiendo entre otras cosas, el acceso a internet mediante banda ancha. La energía eléctrica se transmite en una frecuencia de 60 Hz mientras que la señal PLC se transmite en la banda de alta frecuencias 1.6 – 35 MHz para transportar datos, voz y video.

Características más relevantes de las tecnologías de banda ancha cableadas

Tecnologías cableadas	Alcance	Soporte	Velocidades	Aplicaciones	Estándares
ADSL y familia (xDSL)	En función del despliegue de la red telefónica.	Par de cobre telefónico.	ADSL: de 256 Kbps a 2 Mbps. ADSL2: hasta 4 Mbps. ADSL2+: hasta 20 Mbps. VDSL: hasta 50 Mbps.	Telefonía. Acceso a Internet a alta velocidad/ Datos. Video bajo demanda (video sobre IP).	ITU-T ETSI
Cable	En función del despliegue de la red de cable. 40 km. máx.	Redes híbridas de fibra óptica y cable coaxial.	Valores comerciales: de 256 kbps a 2 Mbps. Técnicamente pueden ser muy superiores	Televisión / Video. Telefonía / Audio. Acceso a Internet a alta velocidad / Datos.	DVB-C ETSI
PLC (*)	En función del despliegue de la red eléctrica. 200 m. al segmento de baja tensión	Red eléctrica.	De 2 hasta 12 Mbps (aunque se han anunciado velocidades superiores).	Acceso a Internet a alta velocidad/ Datos. TV Interactiva. Telefonía. Domótica / Seguridad.	PLC Forum CENELEC ETSI
EFM (*)	< 3 Km. sobre par telefónico < 20 km. sobre fibra óptica	Par de cobre o fibra óptica. Ámbito metropolitano (MAN).	Hasta 10 Mbps sobre par telefónico. Hasta 1 Gbps sobre fibra óptica	Transmisión de datos entre ordenadores a alta velocidad.	IEEE 802.3
FTTH (*)	En función del despliegue de la red de fibra óptica. < 20 km.	Redes de fibra óptica. Ámbito metropolitano (MAN).	Muy elevados. Dependen de los elementos finales (transmisor/receptor)	Transmisión de datos a muy alta velocidad. Video	FSAN ITU-T

Fuente: Fundación OPTI.

10.1.2. Tecnologías de banda ancha inalámbricas

En el caso de las Ciudades Inteligentes son especialmente relevantes las **comunicaciones inalámbricas**. No solo la banda ancha es suficiente para que el ciudadano pueda acceder a todos los servicios, sino que la ciudad debe ofrecer una banda ancha en movilidad, en cualquier momento y lugar.

La ciudad inteligente se debe sustentar en una completa red de comunicaciones que este accesible a todos los agentes que la constituyen: ciudadanos, empresas y administración. Todos los sistemas de información que trabajen en la ciudad del futuro estarán vinculados y conectados a través de redes inalámbricas.

Las redes inalámbricas son aquellas que se comunican por un medio de transmisión no guiado (sin cables). El sistema más habitual es el uso de radiofrecuencia,

que se realiza a través de antenas. Entre sus principales ventajas están la rápida instalación de la red, la movilidad que permiten y la disminución de los costes de mantenimiento.

A continuación, se indican algunas de las tecnologías de redes inalámbricas más extendidas y/o importantes:

- **WPAN (Wireless Personal Area Network):** red de comunicación entre distintos dispositivos cercanos al punto de acceso. Normalmente son de unos pocos metros y para uso personal. Permite a los usuarios establecer comunicaciones inalámbricas entre dispositivos que se utilizan dentro de un *espacio operativo personal (POS)*. Un POS es el espacio que rodea a una persona, hasta una distancia de 10 metros. Actualmente, las dos tecnologías WPAN principales son el Bluetooth y la luz infrarroja. Otra posibilidad que tienen los usuarios para conectar dispositivos en un radio de acción muy cercano (1 metro o menos) es crear vínculos de infrarrojos.
 - **Bluetooth:** protocolo que sigue la especificación IEEE 802.15.1 que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes dispositivos mediante un enlace por radiofrecuencia (2,4 GHz). Ofrece una velocidad máxima de 10 Mbps con un alcance de 10 a 100 metros con amplificador. Tiene la ventaja de tener un bajo consumo de energía, ideal para usarlo en periféricos de pequeño tamaño. No es necesario que los dispositivos estén situados en la misma línea de visión, ya que se transmite en todas las direcciones. Tiene la posibilidad de crear redes con otros dispositivos y una de sus máximas prioridades es la seguridad en las conexiones, con el fin de disminuir el riesgo de que las comunicaciones sean interceptadas o presenten interferencias con otras aplicaciones.
 - **UWB (Ultra Wide Band):** esta desarrollado por el IEEE 802.15.3a, tecnología de RF capaz de ofrecer transmisión de datos de alta velocidad (hasta 400 o 500 Mbps) y baja potencia en alcances de unos pocos metros, 10 aproximadamente, al tiempo de consumir poca energía y un bajo coste. Su principal ventaja radica en el hecho de que puede transmitir más datos utilizando menos potencia que el resto. Adicionalmente, los equipos de radio necesitan menos componentes, por lo que se convierte en una solución económica. Puede operar legalmente en las frecuencias de 3,1 GHz a 10,6 GHz cuyo ancho de banda es de más de 7 GHz.
 - **ZigBee:** especificación de protocolos de comunicación inalámbrica basada en el estándar IEEE 802.15.4 que se utiliza para comunicaciones seguras con tasas bajas de transmisión de datos y

maximización de la vida útil de las baterías de los dispositivos con un bajo consumo de energía. Funciona en la banda de frecuencias 2,4 GHz y en 16 canales, puede alcanzar una velocidad de transferencia de hasta 250 Kbps y un rango de cobertura de 10 a 75 metros. No se ve afectado con otras tecnologías como WiFi o Bluetooth, debido a su baja tasa de transmisión. Posee la capacidad de operar en redes de gran densidad. Teóricamente pueden existir hasta 16.000 redes diferentes en un mismo canal y cada red puede estar constituida por hasta 65.000 nodos. Su topología más frecuente es la de malla.

- **IrDA (Infrared Data Association)**: establece conexiones de datos a través de infrarrojos de bajo coste, ofrece transferencia de datos inalámbrica punto a punto, se puede utilizar para crear conexiones de entre aproximadamente un metro de distancia, con velocidades que puedan alcanzar unos pocos megabits por segundo (4 Mbps), pero puede sufrir interferencias debidas a las ondas de luz. Irda requiere línea de vista entre dispositivos, transmisor y receptor, para su efectiva transmisión, con un cono de ángulo estrecho de 30°. Las frecuencias de banda del infrarrojo no permite la penetración a través de paredes. La seguridad de Irda se basa en la direccionalidad del rayo de la luz infrarrojo.
- **RFID (Radio Frequency Identification)**: sistema de almacenamiento y recuperación de datos remoto que usa dispositivos llamados etiqueta o tags RFID, compuesta por una antena, un transmisor de radio y un chip. El propósito de la antena es permitirle al chip, el cual contiene la información, transmitir la información de identificación de la etiqueta. El propósito de la tecnología RFID es transmitir el código identificativo vinculado a un objeto, persona o vehículo mediante frecuencias de RF. Una de las grandes ventajas que presenta esta tecnología es la posibilidad de entablar una combinación estable y eficaz entre los sistemas RFID e Internet. La lectura se puede hacer a una distancia de 10 metros hasta 100 metros. Pueden almacenar mucha mas información, además de, poder escribir sobre ellas todas las veces que haga falta. Las etiquetas electrónicas no necesitan contacto visual con el módulo lector para que este pueda leerlas. El sistema RFID se distinguen tres rangos de frecuencias: **baja** (LF 125 KHz) alcance de lectura corto a medio y velocidad de lectura media, **media** (HF 13,56 MHz) lo mismo que en baja y **alta** (UHF 865 MHz) lectura de largo alcance y velocidad de lectura alta.
- **WLAN (Wireless Local Area Network)**: sistema de comunicación de datos inalámbricos cuya extensión esta limitada físicamente a un edificio o un

entorno de 200 metros. Permite a los usuarios establecer conexiones dentro de un área local. Las WLAN se pueden utilizar donde la instalación de extenso cableado sería prohibitivo.

- **Wi-Fi (Wireless Fidelity)**: tecnología inalámbrica basada en el estándar IEEE 802.11. Una red Wi-Fi es en realidad una red que cumple con el estándar 802.11. Con esta tecnología se pueden crear redes de área local inalámbricas de alta velocidad (11 Mbps o superior) dentro de un radio de varias docenas de metros en ambientes cerrados (de 20 a 50 metros en general) o dentro de un radio de cientos de metros al aire libre. El estándar 802.11 en realidad es el primer estándar y permite un ancho de banda de 1 a 2 Mbps. El estándar original se ha modificado para optimizar el ancho de banda o para especificar componentes de mejor manera con el fin de garantizar mayor seguridad y compatibilidad. Existen varios tipos: IEEE 802.11b y IEEE 802.11g que utilizan la frecuencia de 2,4 GHz, ofrecen velocidades de 11 y 54 Mbps respectivamente, tienen un alcance de hasta 300 metros; IEEE 802.11a o Wi-Fi5 que opera en los 5 GHz; y el IEEE 802.11n que trabaja en 2,4 GHz con velocidades de 108 Mbps.
- **WMAN (Wireless Metropolitan Area Network)**: red de alta velocidad que proporciona a los usuarios acceso de alta velocidad a internet además de permitir a los usuarios establecer conexiones inalámbricas entre varias ubicaciones dentro de un área metropolitana, sin el alto coste que supone la instalación de cables de fibra o cobre. Además, WMAN puede servir como copia de seguridad para las redes con cable, utiliza ondas de radio o luz infrarroja para transmitir datos.
 - **WiMax (Worldwide Interoperability for Microwave Access)**: estándar de comunicación inalámbrica basado en la norma IEEE 802.16, similar al Wi-Fi pero con mayor cobertura con distancias de hasta 50 Km, velocidades de hasta 70 Mbps, anchos de banda configurables y no cerrados, soporte nativo para calidad de servicio (QoS), que consiste en una reserva de ancho de banda para una aplicación determinada. Es una norma de transmisión de datos que utiliza las ondas de radio en las frecuencias de 2,3 a 3,5 GHz. En la práctica, actualmente las redes WiMax se dividen en dos: **WiMax fija**, bajo el protocolo 802.16d, que funciona mediante antenas fijas, trabaja en la banda de 3,5 GHz con una velocidad máxima de 75 Mbps y un rango de hasta 10 Km. y **WiMax móvil**, bajo el protocolo 802.16e, que trabaja en la banda de 2 – 3 GHz con una velocidad máxima de 30 Mbps y un rango de hasta 3,5 Km. Una de sus ventajas

es dar servicio de banda ancha en zonas donde el despliegue de cable o fibra por la baja densidad de población presenta unos costes por usuario muy elevados.

- **LMDS (Local Multipoint Distribution Service)**: tecnología de conexión radio inalámbrica que permite el despliegue de servicios fijos de voz, acceso a Internet, comunicaciones de datos en redes privadas y video bajo demanda. Utiliza señales de la banda de las microondas, en la banda Ka (en torno a los 28 GHz). Permite disponer de enlaces inalámbricos dedicados para la transmisión de datos o voz a un coste menor que las tecnologías basadas en fibra óptica o par de cobre y con un tiempo de despliegue mínimo. Utiliza una infraestructura a nivel nacional de estaciones base emisoras de onda en la banda 26 GHz, que proporciona una cobertura en un radio de hasta 5 Km alrededor de cada estación base con una mayor capacidad de transmisión. Se basa en la conversión de las señales en ondas de radio que se transmiten por el aire, presenta la ventaja de una alta capacidad de transmisión de hasta 4 Mbps de forma simétrica. Al permitir la bidireccionalidad se pueden ofrecer servicios como la telefonía o el acceso a internet conjuntamente mediante una plataforma única. Los sistemas de comunicación LMDS en la banda 3,5 GHz tienen la ventaja de no verse afectados por la niebla, la lluvia o la nieve. Es posible conseguir un gran ancho de banda, con velocidades de acceso que pueden alcanzar los 8 Mbps.
- **WWAN (Wireless Wide Area Network)**: redes de área extensa que cubren distancias de entre 100 y 1000 Km., dando servicio a un país. Permite a los usuarios establecer conexiones inalámbricas a través de redes públicas o privadas. Estas conexiones pueden mantenerse a través de áreas geográficas extensa, mediante el uso de antenas en varias ubicaciones o sistemas de satélites que mantienen los proveedores de servicios inalámbricos. Los esfuerzos van encaminados a la transmisión desde redes 2G a tecnologías de tercera generación (3G) que seguirán un estándar global y proporcionarán capacidad de movilidad internacional.
 - **UMTS (Universal Mobile Telecommunications System)**: tecnología utilizada por los teléfonos móviles de tercera generación (3G) y sucesora de la tecnología GSM y GPRS (2G y 2,5G). Presenta capacidades multimedia, velocidad de acceso a internet elevada y transmisión de voz con calidad equiparable a las redes fijas. La tecnología UMTS usa bandas de 5 MHz para transferir voz y datos con velocidades de datos que van desde los 384 Kbps a los 2 Mbps con baja movilidad además de convirtiéndose en terminales

multitarea, a la vez de permitir capacidad multimedia y acceso a Internet de alta velocidad. Introduce más capacidad para las comunicaciones, acceso a internet a alta velocidad, con prestaciones más avanzadas para la navegación en movilidad, acceso a contenidos multimedia de información. El sistema UMTS ha sido diseñado como un sistema global, integrando tanto redes terrestres como satélites. El objetivo es lograr una comunicación con una mayor cobertura a la hora de trabajar en las distintas redes y con una buena calidad de servicio.

- **HSPA (High Speed Packed Access)**: es la combinación de tecnologías posteriores y complementarias a la tercera generación de telefonía móvil (3G), como son el 3,5G o HSDPA y 3,5 G Plus, 3,75G o HSUPA. Teóricamente alcanza velocidades de hasta 14,4 Mbps en bajada y hasta 2 Mbps en subida, dependiendo del estado o la saturación de red y de su implantación. Es una evolución de UMTS, consiste en un canal compartido en el enlace descendente que mejora la capacidad máxima de transferencia de información facilitando velocidades de transferencia de datos de hasta 14 Mbps, sobre un canal WCDMA de 5 MHz, ofreciendo al usuario una mayor movilidad.
- **LTE (Long Term Evolution)**: estándar de la norma 3GPP evolución de la 3G cuya principal novedad es que la interfaz radioeléctrica se basa en tecnología OFDMA para el enlace descendente, lo que permite cuadruplicar la eficacia de la transmisión de datos. LTE se encuentra en fase de prueba. Mayor velocidad de transmisión, se pretende llegar a los 100 Mbps en descarga y a los 50 Mbps en transferencias del terminal a la red. Menor retardo, conseguir un retardo total menor de 10 ms y unos tiempos iniciales de establecimiento de comunicación inferiores a 100 ms. Mayor eficiencia espectral, se espera una eficiencia 3 veces mejor que la de HSPA. Mejoras para los servicios de difusión, para permitir servicios de radiodifusión, sin problemas de capacidad o calidad a todos los usuarios. Flexibilidad espectral, posibilitando el disponer de ancho de banda variables de hasta 20 MHz según el servicio y el uso de diferentes bandas de frecuencias según las condiciones. LTE es una 3.9G en el estándar 3GPP porque no llega a los objetivos de la cuarta generación (4G). Por eso, el sucesor previsto para implementar la cuarta generación es el **LTE Advanced**.

Características más relevantes de las tecnologías de banda ancha inalámbricas

Tecnologías Inalámbricas	Alcance	Soporte	Velocidades	Aplicaciones	Estándares
Bluetooth	< 100 m.	Enlace inalámbrico vía radio. Ámbito personal (WPAN).	De 1 a 3 Mbps.	Transmisión de datos entre dispositivos y terminales.	IEEE 802.15 ETSI
UWB (*)	< 10 m.	Enlace inalámbrico vía radio. Ámbito personal (WPAN).	Hasta 500 Mbps.	Transmisión de datos, audio y vídeo en el ámbito doméstico.	
WI-FI	Interiores: < 400 m. Exteriores: algunos kilómetros.	Enlace inalámbrico vía radio. Ámbito de área local (WLAN).	De 11 Mbps hasta 54 Mbps.	Acceso inalámbrico a redes locales de ordenadores via hotspots. Acceso a Internet. Transmisión de datos.	IEEE 802.11 ETSI
WIMAX (*)	Exteriores: < 50 km.	Enlace inalámbrico vía radio. Ámbito metropolitano (WMAN).	Equivalentes a las del ADSL y cable. Hasta 75 Mbps (modulable en canales de ancho variable).	Acceso a redes inalámbricas en el ámbito metropolitano. Estaciones repetidoras por el territorio. Acceso rápido a Internet. Transmisión de datos.	IEEE 802.16 ETSI
3G (UMTS)	Muy amplio (en el área de cobertura del sistema).	Enlace inalámbrico vía radio. Ámbito global.	Hasta 2 Mbps.	Transmisión de voz, vídeo y datos a través de redes de comunicaciones móviles.	UMTS 3GPP

Fuente: Fundación OPTI.

PARTE II

**APLICACIÓN DE UNA CIUDAD
INTELIGENTE A LA CIUDAD DE MADRID**

Capítulo 11

11. Madrid: Ciudad Inteligente y participativa

Madrid es una ciudad donde viven y trabajan casi 6,5 millones de personas. El crecimiento de la ciudad durante las últimas dos décadas ha seguido una línea ascendente, de forma que entre los años 1990 y 2010, la superficie artificial del territorio urbano ha crecido más de un 120%, se ha incrementado más del doble la ocupación de territorio por parte de la ciudad.

Este crecimiento no ha seguido el paradigma tradicional de una ciudad compacta, donde se encuentran entremezclados los servicios con las viviendas, sino que ha seguido cada vez más un modelo de ciudad expansiva, altamente consumidora de territorio y poco respetuosa con el medioambiente.

Madrid como ciudad expansiva se ha convertido en un territorio cada vez más insostenible, entre las emisiones contaminantes, donde en ciertos lugares sobrepasan los límites razonables para la salud humana, la utilización de recursos como el agua es completamente irracional, además de producir un enorme volumen de residuos que no tienen un tratamiento adecuado.

Madrid necesita mejorar, existen modelos en donde el cambio es posible en los diferentes ámbitos de la ciudad. En este proyecto se detallarán propuestas para mejorar la calidad de la ciudad, propuestas o ideas basadas en la innovación y que se están desarrollando actualmente en ciudades pioneras del mundo. Proponer una ciudad mucho más eficiente con el fin de superar problemas como el crecimiento urbano, la movilidad, el uso eficiente de los recursos, las energías, hacer que las zonas urbanas se conviertan en “territorios más inteligentes” donde se cuide el medio ambiente y donde la calidad de

vida de los ciudadanos vaya mejorando en respuesta a la transformación de la propia ciudad.

Madrid debe ser capaz de competir al máximo nivel en todos los aspectos, no solo basarse en la calidad de sus infraestructuras físicas, sino en aumentar la calidad del capital humano, ser capaz de transmitir el conocimiento de una forma eficaz con un uso coordinado de las nuevas tecnologías de la información y el conocimiento.

El objetivo es impulsar a la ciudad de Madrid como una de los principales centros de economía, tecnología y empresarial de Europa, es imprescindible seguir aprovechando y sobre todo innovando las nuevas tecnologías para mejorar el posicionamiento tecnológico de la ciudad de Madrid y hacer de ésta una “Ciudad Inteligente”.

Madrid tiene la obligación de explotar sus recursos y las oportunidades que ofrecen las nuevas tecnologías para hacer de esta ciudad un mejor entorno donde vivir y donde trabajar. Se trata de conocer, aprender o incluso saber lo que conlleva el concepto de “ciudad conectada”, con unas buenas infraestructuras de acceso a internet y con una elevada penetración tecnológica en los ciudadanos y empresas que son las que utilizarán los nuevos servicios que una ciudad inteligente trae consigo. Se trata de avanzar hacia la definitiva incorporación de las realidades tecnológicas en todos aquellos aspectos en que pueda mejorar la calidad de vida de los ciudadanos.

La posibilidad de hacer de Madrid una “ciudad inteligente” requiere de una estrategia de carácter transversal, multidisciplinada y coordinada. El aprovechamiento de las nuevas tecnologías orientadas al servicio del ciudadano permitirá, por ejemplo, lograr un sistema de movilidad y transporte más eficiente, o crear una Administración mucho más ágil, y cercana al ciudadano. Lograr que la propia ciudad use las tecnologías para que sea más segura, saludable y eficiente para los ciudadanos abriéndose al resto de las ciudades, ofreciendo las más actuales infraestructuras de alta velocidad, generadoras de competitividad y de riqueza.

Madrid tiene la capacidad de convertirse en un municipio pionero en España con la implantación de proyectos coordinados que permitan mejorar la eficiencia de los servicios municipales. La ubicuidad de los servicios prestados a través de la Red favorece el reequilibrio entre los territorios y la generación de nuevos espacios de crecimiento económicos en la ciudad, a consecuencia del desarrollo de nuevos servicios, propia de una ciudad del conocimiento y factor clave para la implantación de un nuevo modelo de ciudad además de económico.

Visión de una ciudad inteligente



Fuente: Elaboración propia.

Convertir a Madrid en una ciudad inteligente supone dotarla de las infraestructuras necesarias, que permitan a sus ciudadanos incorporar las herramientas TIC en su vida cotidiana, tanto particular como de trabajo, y de una Administración pública eficaz, ágil y transparente. Tendrá que impulsar el desarrollo de las nuevas tecnologías, aplicarlas en todas sus áreas como concepto de innovación y sostenibilidad con la finalidad de mejorar el funcionamiento de la ciudad y adaptarlas a las necesidades del ciudadano. Madrid, como gran núcleo europeo, necesita avanzar en su modernización para convertirse en un entorno de desarrollo competitivo y sostenible.

Madrid tendrá que abordar un proceso de estudio y promoción de las posibilidades de cambio organizativo, tecnológico y social necesario para el futuro de una gran urbe. Además de abordarse aspectos susceptibles de mejorar con la introducción de nuevas tecnologías en aspectos como: la mejora de la habitabilidad de la ciudad, en términos de movilidad, promoción del teletrabajo, el apoyo a la proyección cultural y a iniciativas sostenibles, así como presentar un estudio de medidas que faciliten el ahorro energético, la optimización del uso de los recursos, la eco-generación de energía o el fomento de la innovación empresarial, el comercio eléctrico y el consumo inteligente.

Deberá mejorar el posicionamiento tecnológico de la ciudad mediante la promoción de proyectos y reforzando la cooperación entre el Ayuntamiento con los diferentes sectores relacionados con la ciencia y la tecnología, con el objetivo de

participar en los programas europeos de financiación de iniciativas tecnológicas, como son: movilidad, redes eléctricas, edificación, entre otras cosas.

Madrid es una ciudad ya estructurada y desarrollada, en ella hay infraestructuras donde tendrá que ceñirse para adaptarlas a las nuevas tecnologías, como puede ser: redes de comunicaciones, un uso eficiente y ecológico de sus servicios en los espacios comunes del edificio, como puede ser el ahorro de luz y agua.

En mano está la consolidación de las redes WI-FI, impulsar y organizar la implantación racional y segura por parte de las operadoras de las nuevas redes móviles y fijas así como la banda ancha, para que los ciudadanos de Madrid puedan estar conectados donde quieran y cuando quieran para acceder a la información en consecuencia de tener una buena cobertura y conexión.

En este nuevo escenario sociológico y demográfico, con claros efectos económicos, políticos y medioambientales, cobra fuerza el concepto de ciudad inteligente, con el fin de hacer una buena gestión de los recursos para mantener la calidad de los servicios. Hay que buscar un equilibrio y las tecnologías de la información deben de estar al servicio de toda la ciudad con la colaboración de los organismos públicos-privados, con los objetivos de reducir costes, mejorar la eficiencia y mejorar la productividad.

El Ayuntamiento de Madrid tendrá la responsabilidad de transformar la ciudad y las empresas servirán de catalizadoras para que se produzcan esos cambios. Además de contar con la colaboración del sector privado para poderse financiar con el fin de llevar a cabo los proyectos que transformarán la ciudad en una ciudad inteligente. La universidad, ocupa también un papel importante para el desarrollo de proyectos y aplicaciones para la ciudad inteligente.

Será el momento en que a las infraestructuras actuales se les deberán dotar de la tecnología digital actual que requieren con la finalidad de que sean más eficientes, y lograr mejoras energéticas. Madrid deberá transformarse en una ciudad sensorizada, recopilar información de la ciudad a través de los sensores, enviarla a los centros de procesamiento de datos, interpretarlos para que finalmente se pueda desarrollar un mejor servicio a los ciudadanos, y que estos puedan saber en tiempo real lo que ocurre en cada momento en su ciudad.

Madrid como gran urbe tiene sus problemas y se estudia como los avances tecnológicos pueden ayudar a resolverlos, con el propósito de conseguir que el futuro de la ciudad sea mucho mejor. Madrid para ser una ciudad inteligente debe reunir más característica: En primer lugar, contar con un líder, un alcalde innovador y valiente que se atreva a tomar medidas que a veces no sean muy populares. En segundo lugar, es que la localidad no dependa solamente del poder político, sino que exista un consenso, un acuerdo entre el sector público y el privado. El tercer elemento para desarrollar una

ciudad con este perfil es que sus ciudadanos estén concienciados con el proyecto y lo respalden. Y por último, un gran reto será aligerar la burocracia y aumentar la transparencia en la toma de decisiones con una Administración eficaz.

Para que Madrid llegue a ser una ciudad inteligente se deberá basar en los pilares más básicos y a la vez más fuertes, como son: la calidad de vida, la eficiencia y la sostenibilidad en un sentido amplio. Pero para que esto se pueda conseguir, deberá desarrollar al máximo la capacidad de usar la tecnología de la información adecuadamente para la toma de decisiones. Madrid deberá desarrollar y ampliar su tecnología para hacer que la información con la que contamos de un salto cualitativo, ya que por un lado permite conocer cual va a ser el impacto o las consecuencias de nuestras acciones, y por otro lado permite la autogestión de muchos elementos de la ciudad, todo ello en base a esta información y centrándose principalmente en mejorar las necesidades del ciudadano.

El horizonte de futuro de Madrid es convertirse en una ciudad sostenible, cohesionada y competitiva, en definitiva, un lugar ideal para todos los ámbitos de los negocios y del ocio.

11.1. Situación actual de Madrid

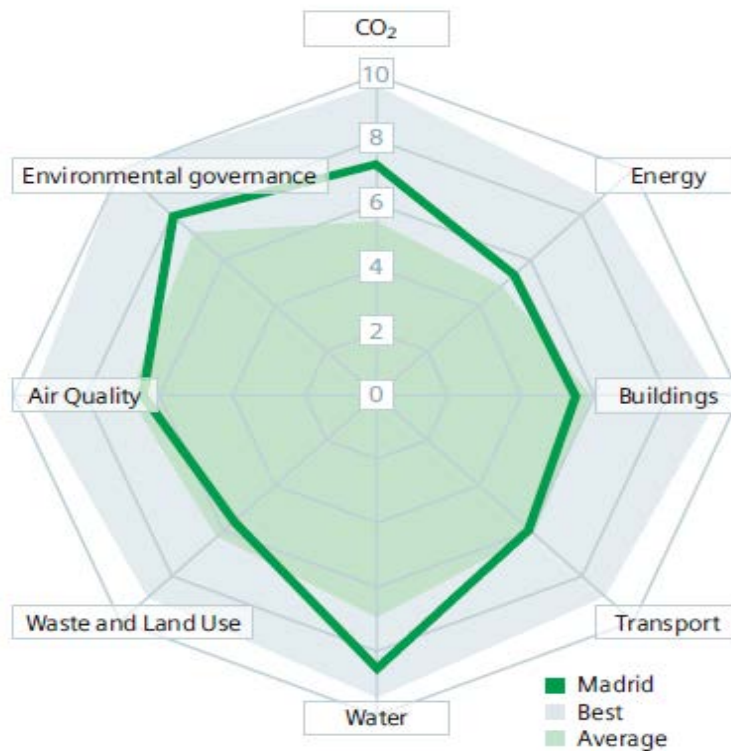
La capital de España, Madrid, cubre 0,12% del territorio nacional, su economía se basa en el turismo, servicios, sector financiero, etc. Madrid ocupa el lugar número 12 en el Ranking de Ciudades Verdes, *Green City Index*, con una puntuación de 67,08 sobre 100. Su posición se debe a las buenas prácticas realizadas obteniendo unos buenos resultados en dióxido de carbono (CO2) y agua. El desarrollo sostenible que ha experimentado la ciudad de Madrid ha sido el más reciente que muchos de sus vecinos de Europa, por lo que la ciudad ha establecido objetivos ambiciosos para ponerse al día.

Overall			CO ₂			Energy			Buildings		
City	Score		City	Score		City	Score		City	Score	
1	Copenhagen	87,31	1	Oslo	9,58	1	Oslo	8,71	=1	Berlin	9,44
2	Stockholm	86,65	2	Stockholm	8,99	2	Copenhagen	8,69	=1	Stockholm	9,44
3	Oslo	83,98	3	Zurich	8,48	3	Vienna	7,76	3	Oslo	9,22
4	Vienna	83,34	4	Copenhagen	8,35	4	Stockholm	7,61	4	Copenhagen	9,17
5	Amsterdam	83,03	5	Brussels	8,32	5	Amsterdam	7,08	5	Helsinki	9,11
6	Zurich	82,31	6	Paris	7,81	6	Zurich	6,92	6	Amsterdam	9,01
7	Helsinki	79,29	7	Rome	7,57	7	Rome	6,40	7	Paris	8,96
8	Berlin	79,01	8	Vienna	7,53	8	Brussels	6,19	8	Vienna	8,62
9	Brussels	78,01	9	Madrid	7,51	9	Lisbon	5,77	9	Zurich	8,43
10	Paris	73,21	10	London	7,34	10	London	5,64	10	London	7,96
11	London	71,56	11	Helsinki	7,30	11	Istanbul	5,55	11	Lisbon	7,34
12	Madrid	67,08	12	Amsterdam	7,10	12	Madrid	5,52	12	Brussels	7,14
13	Vilnius	62,77	13	Berlin	6,75	13	Berlin	5,48	13	Vilnius	6,91
14	Rome	62,58	14	Ljubljana	6,67	14	Warsaw	5,29	14	Sofia	6,25
15	Riga	59,57	15	Riga	5,55	15	Athens	4,94	15	Rome	6,16
16	Warsaw	59,04	16	Istanbul	4,86	16	Paris	4,66	16	Warsaw	5,99
17	Budapest	57,55	=17	Athens	4,85	17	Belgrade	4,65	17	Madrid	5,68
18	Lisbon	57,25	=17	Budapest	4,85	18	Dublin	4,55	18	Riga	5,43
19	Ljubljana	56,39	19	Dublin	4,77	19	Helsinki	4,49	19	Ljubljana	5,20
20	Bratislava	56,09	20	Warsaw	4,65	20	Zagreb	4,34	20	Budapest	5,01
21	Dublin	53,98	21	Bratislava	4,54	21	Bratislava	4,19	21	Bucharest	4,79
22	Athens	53,09	22	Lisbon	4,05	22	Riga	3,53	22	Athens	4,36
23	Tallinn	52,98	23	Vilnius	3,91	23	Bucharest	3,42	23	Bratislava	3,54
24	Prague	49,78	24	Bucharest	3,65	24	Prague	3,26	24	Dublin	3,39
25	Istanbul	45,20	25	Prague	3,44	25	Budapest	2,43	25	Zagreb	3,29
26	Zagreb	42,36	26	Tallinn	3,40	26	Vilnius	2,39	26	Prague	3,14
27	Belgrade	40,03	27	Zagreb	3,20	27	Ljubljana	2,23	27	Belgrade	2,89
28	Bucharest	39,14	28	Belgrade	3,15	28	Sofia	2,16	28	Istanbul	1,51
29	Sofia	36,85	29	Sofia	2,95	29	Tallinn	1,70	29	Tallinn	1,06
30	Kiev	32,33	30	Kiev	2,49	30	Kiev	1,50	30	Kiev	0,00

Fuente: Siemens

Transport			Water			Waste and land use			Air quality			Environmental governance		
City	Score		City	Score		City	Score		City	Score		City	Score	
1	Stockholm	8,81	1	Amsterdam	9,21	1	Amsterdam	8,98	1	Vilnius	9,37	=1	Brussels	10,00
2	Amsterdam	8,44	2	Vienna	9,13	2	Zurich	8,82	2	Stockholm	9,35	=1	Copenhagen	10,00
3	Copenhagen	8,29	3	Berlin	9,12	3	Helsinki	8,69	3	Helsinki	8,84	=1	Helsinki	10,00
4	Vienna	8,00	4	Brussels	9,05	4	Berlin	8,63	4	Dublin	8,62	=1	Stockholm	10,00
5	Oslo	7,92	=5	Copenhagen	8,88	5	Vienna	8,60	5	Copenhagen	8,43	=5	Oslo	9,67
6	Zurich	7,83	6	Zurich	8,88	6	Oslo	8,23	6	Tallinn	8,30	=5	Warsaw	9,67
7	Brussels	7,49	7	Madrid	8,59	7	Copenhagen	8,05	7	Riga	8,28	=7	Paris	9,44
8	Bratislava	7,16	8	London	8,58	8	Stockholm	7,99	8	Berlin	7,86	=7	Vienna	9,44
9	Helsinki	7,08	9	Paris	8,55	9	Vilnius	7,31	9	Zurich	7,70	9	Berlin	9,33
=10	Budapest	6,64	10	Prague	8,39	10	Brussels	7,26	10	Vienna	7,59	10	Amsterdam	9,11
=10	Tallinn	6,64	11	Helsinki	7,92	11	London	7,16	11	Amsterdam	7,48	11	Zurich	8,78
12	Berlin	6,60	12	Tallinn	7,90	12	Paris	6,72	12	London	7,34	12	Lisbon	8,22
13	Ljubljana	6,17	13	Vilnius	7,71	13	Dublin	6,38	13	Paris	7,14	=13	Budapest	8,00
14	Riga	6,16	14	Bratislava	7,65	14	Prague	6,30	14	Ljubljana	7,03	=13	Madrid	8,00
15	Madrid	6,01	15	Athens	7,26	15	Budapest	6,27	15	Oslo	7,00	=15	Ljubljana	7,67
16	London	5,55	=16	Dublin	7,14	16	Tallinn	6,15	16	Brussels	6,95	=15	London	7,67
17	Athens	5,48	=16	Stockholm	7,14	17	Rome	5,96	17	Rome	6,56	17	Vilnius	7,33
18	Rome	5,31	18	Budapest	6,97	18	Ljubljana	5,95	18	Madrid	6,52	18	Tallinn	7,22
=19	Kiev	5,29	19	Rome	6,88	19	Madrid	5,85	19	Warsaw	6,45	19	Riga	6,56
=19	Paris	5,29	20	Oslo	6,85	20	Riga	5,72	20	Prague	6,37	20	Bratislava	6,22
=19	Vilnius	5,29	21	Riga	6,43	21	Bratislava	5,60	21	Bratislava	5,96	=21	Athens	5,44
=19	Zagreb	5,29	22	Kiev	5,96	22	Lisbon	5,34	22	Budapest	5,85	=21	Dublin	5,44
23	Istanbul	5,12	23	Istanbul	5,59	23	Athens	5,33	23	Istanbul	5,56	=23	Kiev	5,22
24	Warsaw	5,11	24	Lisbon	5,42	24	Warsaw	5,17	24	Lisbon	4,93	=23	Rome	5,22
25	Lisbon	4,73	25	Warsaw	4,90	25	Istanbul	4,86	25	Athens	4,82	25	Belgrade	4,67
26	Prague	4,71	26	Zagreb	4,43	26	Belgrade	4,30	26	Zagreb	4,74	26	Zagreb	4,56
27	Sofia	4,62	27	Ljubljana	4,19	27	Zagreb	4,04	27	Bucharest	4,54	27	Prague	4,22
28	Bucharest	4,55	28	Bucharest	4,07	28	Bucharest	3,62	28	Belgrade	4,48	28	Sofia	3,89
29	Belgrade	3,98	29	Belgrade	3,90	29	Sofia	3,32	29	Sofia	4,45	29	Istanbul	3,11
30	Dublin	2,89	30	Sofia	1,83	30	Kiev	1,43	30	Kiev	3,97	30	Bucharest	2,67

Fuente: Siemens



Fuente: Siemens

En relación a las **emisiones de CO₂**; Madrid esta mejor posicionada con respecto a esta categoría, ocupando el noveno puesto, debido en gran parte a sus estrategias de reducción de emisiones. En el 2004, las emisiones por persona y por año estaban aproximadamente en 4 tCO₂e. Con respecto al transporte representa un poco menos de la mitad de todas las emisiones de CO₂, seguido de los hogares residenciales. La ciudad de Madrid tiene un objetivo de reducir en un 20% las emisiones de CO₂ para el año 2020.

Con respecto al área de la **energía**; Madrid ocupa el lugar número 12 en el consumo de energía. El consumo se centra principalmente en la energía eléctrica, los combustibles y gas natural. Las energías representan menos del 3% de la energía total consumida, sin embargo, la energía solar se espera que aumente considerablemente en los próximos años. El uso del carbón ha disminuido considerablemente. El plan que tiene Madrid es cumplir con el objetivo de reducir en un 20% los combustibles fósiles para el año 2020.

En el área de **edificación**; Madrid esta posicionada en el puesto 17 en el área de edificación. Su consumo anual de energía en los edificios residenciales es inferior a la media. Sin embargo para Madrid no es su punto fuerte, esto es debido a su falta de normas en eficiencia energética de alto nivel. Su objetivo es que los edificios de nueva construcción tengan paneles solares implantados, con el fin de obtener una generación de energía de un 30% para el año 2020.

En el área de **transporte**; Madrid ocupa el puesto número 15 en el tema de transporte. La proporción de personas caminando hacia el trabajo o en bicicleta es de un 15% y un 4% respectivamente, mientras que la proporción de aquellas personas que cogen el transporte público para trabajar sube hasta el 60%. Sin embargo, Madrid esta muy bien conectada debido a su extensa red de transporte, ya sea metro, bus o cercanías. Pero todavía le queda un largo camino para poder reducir el número de personas que todavía cogen el vehículo particular para ir a trabajar. Su objetivo para el 2020 es reducir en un 20% el uso del transporte privado.

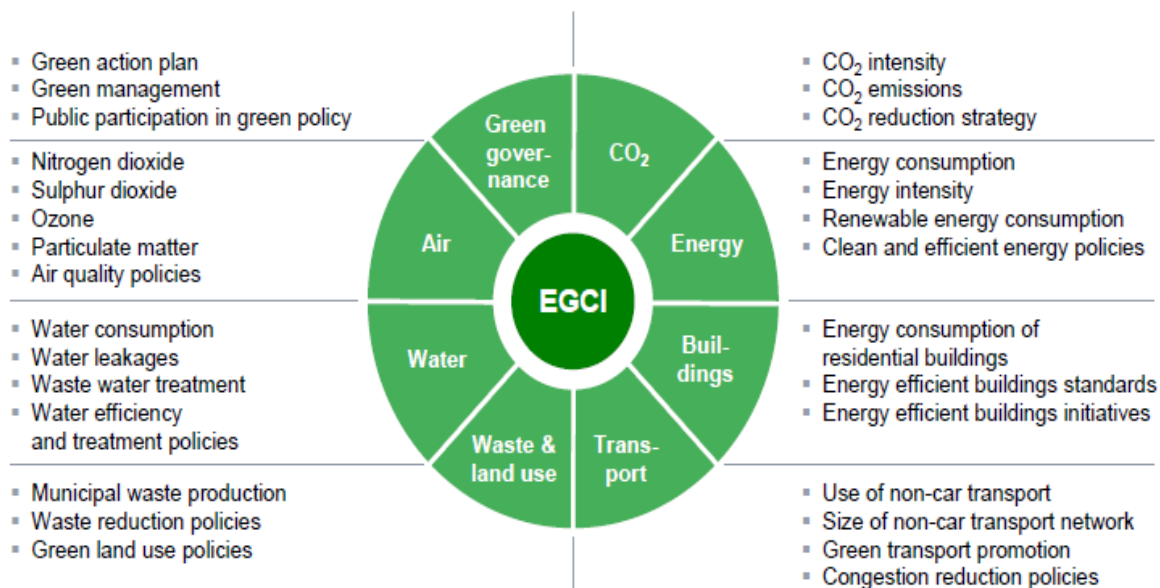
Con respecto al tema del **agua**; Madrid ocupa el séptimo lugar en el tema del agua debido principalmente a que Madrid posee unos recursos hídricos muy escasos debido a la escasez de lluvias y a las altas temperaturas por lo que le ha llevado a gestionar de una forma eficiente sus recursos y hacer políticas efectivas y eficientes en el tratamiento del agua. La iniciativa que tiene Madrid con respecto a este área es seguir mejorando en el tratamiento del agua y gestionar de una forma eficiente y eficaz, además de utilizar plantas de depuración para reutilizar el agua que se deshecha para otros fines.

En cuestión de **residuos**; Madrid ocupa la posición 19 en el tema de residuos, solo el 10% de los residuos sólidos son reciclados y alrededor del 40% de los residuos se envían a vertederos municipales. El sector de los residuos ha reducido sus emisiones en los últimos años mediante la instalación de sistemas de desgasificación y recuperación de biogás de los vertederos. La superficie verde de Madrid es del 43% de la superficie total

de Madrid, incluyendo los parques de la ciudad, jardines y zonas boscosas, sin embargo, el auge de la construcción en los últimos años ha hecho reducir su superficie. La iniciativa de Madrid para el año 2020 es la de recuperar la totalidad de la materia orgánica en los residuos que se envían a los vertederos.

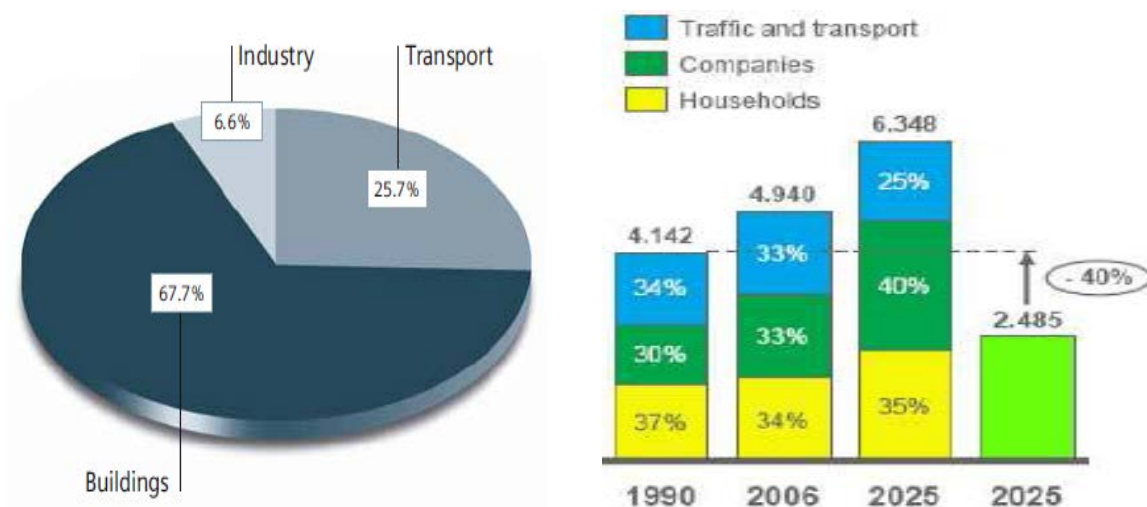
En el tema de la **calidad del aire**; Madrid se posiciona en la posición 18 con respecto a la calidad del aire. Su nivel de contaminación del aire se debió principalmente al elevado número de vehículos en las carreteras y a la gran dependencia que tiene hacia los combustibles fósiles para la calefacción. Las emisiones de gases como dióxido de carbono (CO₂), dióxido de azufre (SO₂) y dióxido de nitrógeno (NO₂) son los que más abundan en la atmosfera de Madrid estando su concentración por encima de la media normalmente. La iniciativa que tiene Madrid para reducir la concentración de gases contaminantes es la de impulsar zonas de bajas emisiones.

En el área de **gobernanza medioambiental**; Madrid ocupa el lugar número 13. El desarrollo sostenible que ha padecido es relativamente reciente para Madrid, pero se han fijado una serie de objetivos ambiciosos para los próximos años.



Fuente: Siemens

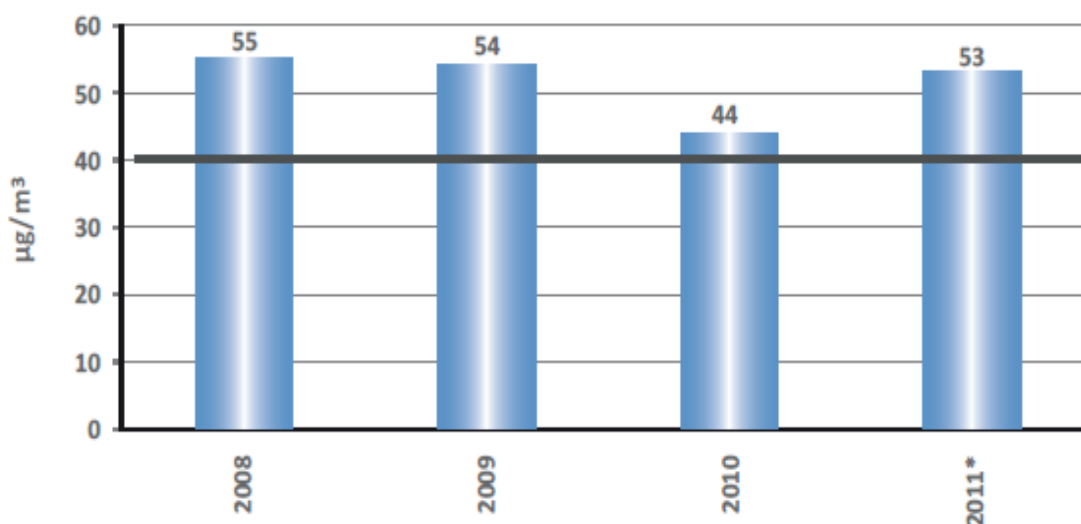
Composición de emisiones de gases CO2



Fuente: Siemens

El tráfico es el principal problema de contaminación atmosférica en la ciudad de Madrid. Especialmente preocupante es la concentración de dióxido de nitrógeno (**NO2**), uno de los principales gases contaminantes, y que en nuestra ciudad alcanza valores muy superiores a los que señala la normativa como valores límites para la protección de la salud humana.

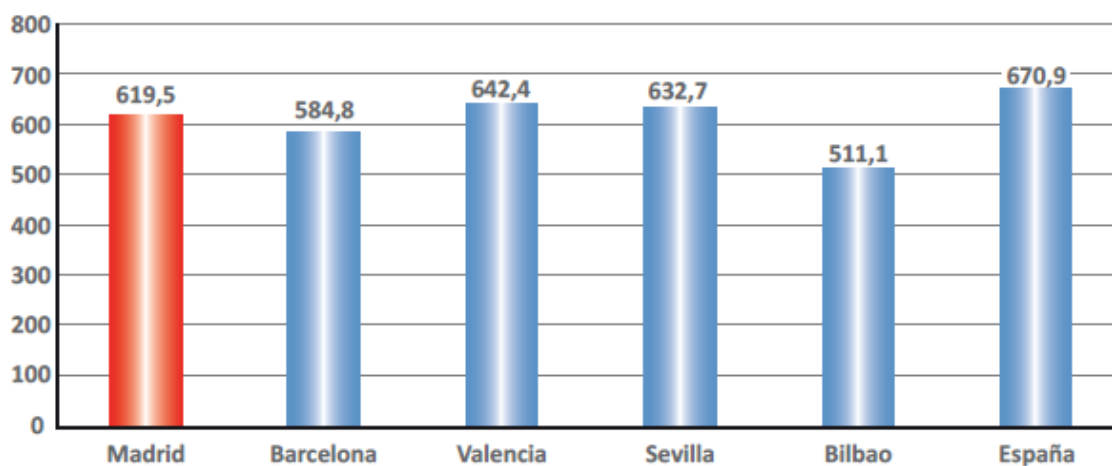
Valores medios de dióxido de nitrógeno (NO2, µg/m³)



Fuente: Ecologistas en acción, Ayuntamiento de Madrid, Medio ambiente
 *Primer trimestre de 2011

El dióxido de nitrógeno, es un contaminante atmosférico causado, principalmente, por el tráfico rodado. En lo relativo a la mejora de la calidad del aire, el valor medio anual límite para la salud pública se fija en los $40\mu\text{g}/\text{m}^3$. Es necesario un plan de actuación que permita corregir este grave problema de contaminación y salud pública. El principal causante de la contaminación atmosférica en Madrid es el tráfico. El índice de motorización de la ciudad de Madrid, aunque se ha reducido un 4,7% desde el año 2006, sigue siendo uno de los más elevados.

Índice de motorización (nº de vehículos/1.000 habitantes)

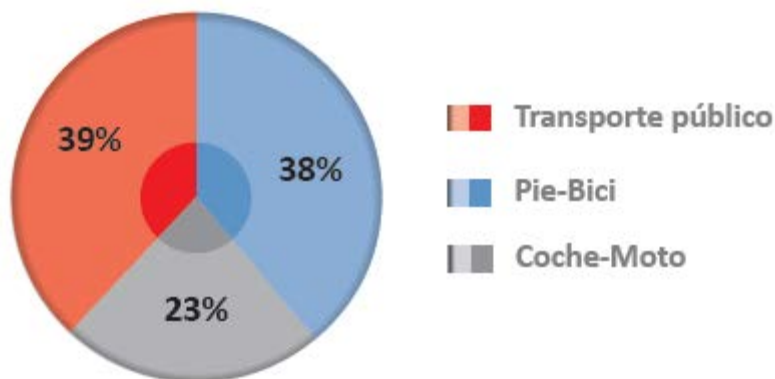


Fuente: Dirección General de Tráfico, DGT

El gráfico muestra la intensidad media diaria de tráfico en la ciudad de Madrid, podemos ver que lejos de ir reduciendo el uso del vehículo privado, este va en aumento pasado de 2.402.000 a 2.546.500 vehículos al día aproximadamente.

Si bien es cierto que los desplazamientos realizados por los residentes en el interior de Madrid se lleva a cabo mayoritariamente en transporte público combinando con trayectos a pie, sigue siendo muy elevado el uso del transporte privado en los desplazamientos realizados al centro de la ciudad por parte de los ciudadanos residentes en el exterior.

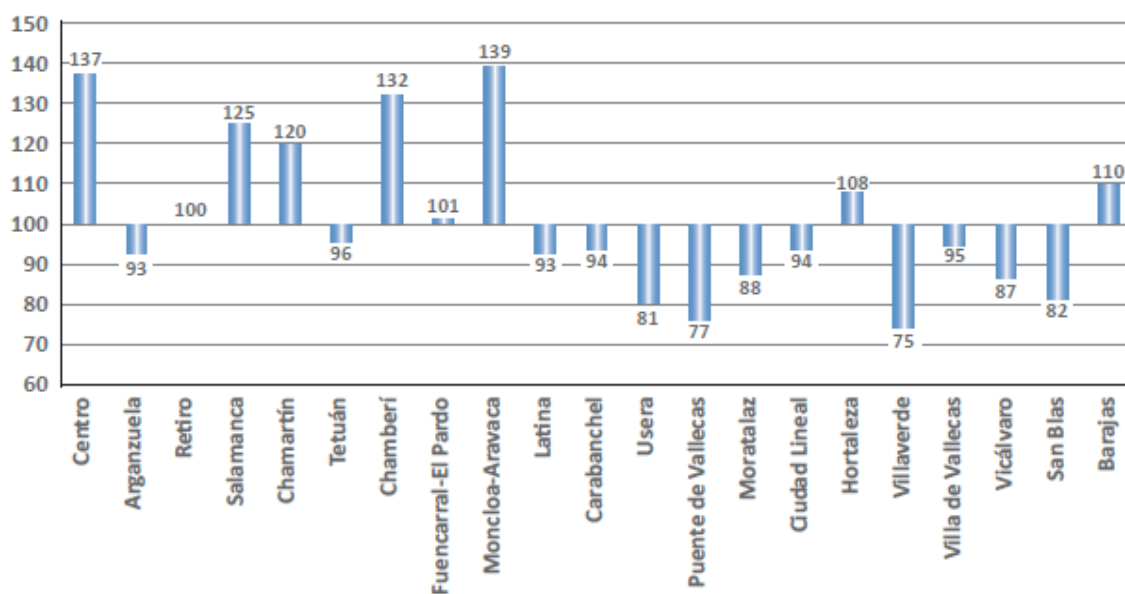
Distribución modal de la movilidad de los madrileños



Fuente: Fundación Movilidad

En el siguiente gráfico se muestra, el consumo de agua per cápita y por distrito en la ciudad de Madrid. La media se sitúa en los 130 litros/habitante/día.

Consumo per cápita de agua en Madrid por distritos (Ciudad = Índice 100)

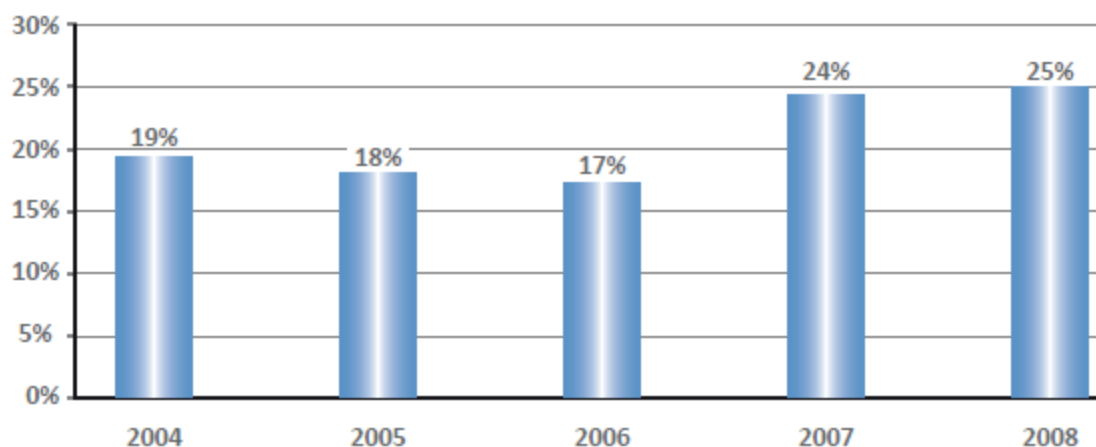


Fuente: Ayuntamiento de Madrid.

La eficiencia en la distribución del agua mide el porcentaje de agua perdida sobre el total de agua suministrada a la red. Estas pérdidas, denominadas pérdidas reales, son debidas a roturas, filtraciones, averías, etc. en las redes de distribución. Según los últimos datos oficiales disponibles, la región de Madrid sigue perdiendo hasta un 25% de agua en el proceso de distribución.

La ciudad de Madrid no puede seguir perdiendo más de un 20% de su agua en suministro por problemas vinculados con la calidad de las infraestructuras.

Eficiencia en la distribución de agua suministrada en la ciudad de Madrid (% pérdidas reales)



Fuente: INE (Instituto Nacional de Estadística)

La región de Madrid solo reutiliza el 1,1% del total de agua, una tasa muy por debajo de la media nacional y que la coloca en una de las posiciones más desfavorables. En Madrid se regeneró un total 4.295.000 m³ aproximadamente en el 2007, lo que equivale a un ahorro de agua potable de unos 3,6 litros por habitante y día. Las previsiones del Ayuntamiento de Madrid para el 2020, será de ser capaz de recuperar 26 hm³ de agua, procedentes de la regeneración de aguas residuales.

11.2. ¿Qué necesita Madrid para ser inteligente?

Para poner en práctica el plan de transformación de una gran urbe como la ciudad de Madrid hacia una ciudad inteligente, se necesita algo más que una estrategia:

- **Reunir un equipo:** contar con las Administraciones, a nivel local, estatal o regional de la ciudad, reconocer la importancia de la colaboración continua para alcanzar los objetivos fijados, es necesario tener una colaboración fluida más allá de los propios límites de la organización y asociarse de forma eficaz con otros niveles de la Administración, así como con empresas privadas y públicas. Muchos de los problemas que afrontará la propia ciudad exigirá una importante colaboración entre el gobierno municipal y regional. Además de formular nuevas políticas, la propia ciudad debe ser capaz de identificar las dificultades a las que se enfrentan y poder solucionarlas entre todos juntos en beneficio para los ciudadanos de la ciudad.
- **Revolución, no revolución:** responder a los retos y amenazas que la ciudad de Madrid exige, a la vez que la sostenibilidad que exige la propia ciudad sea algo más que eficaz. Exigirá la aparición de un nuevo modelo

de ciudad, basada en sistemas inteligentes, sistemas interconectados en que las personas y los objetos podrán interactuar entre ellos de una forma completamente nueva y más sencilla, el ciudadano de a pie tendrá en su mano toda la información de la ciudad y lo que sucede en ella en tiempo real. Son sistemas monitorizados que permiten medir con exactitud las condiciones de las diferentes partes de la ciudad; sistemas inteligentes con lo que la ciudad de Madrid podrá responder con rapidez y precisión a los cambios y obtener mejores resultados gracias a una mayor capacidad de precisión ante futuros eventos.

- **Buscar todos los objetivos:** la interrelación entre los diversos sistemas implican que se deben asignar prioridades. Los desafíos y las amenazas a la sostenibilidad llegan desde todos los puntos y requieren una estrategia holística que aborde todos los problemas para llevar a cabo el cambio. Se debe buscar nuevos objetivos en infraestructuras, en consumo energético, en sostenibilidad urbana, eficiencia de la ciudad, una gestión inteligente que implique una mejora de los procesos y una mejor organización de la ciudad, con el fin de aportar una mejor calidad, que sean mucho más inteligentes, más accesibles y sobre todo que aporten un menor coste para el ciudadano. Esto es un beneficio muy importante para Madrid y para sus ciudadanos

Madrid ha logrado durante años mantener procesos de innovación poniendo al ciudadano en el centro de su preocupación. Esto se ha podido hacer desde un punto político y una implicación del sector privado, apoyándose en sistemas de calidad u otros modelos de gestión, en desarrollos tecnológicos, o en otros proyectos estratégicos que han logrado una fuerte participación de los ciudadanos.

Conforme a la larga experiencia que tiene como gestor integral de la ciudad, se ha podido identificar algunos criterios de actuación o ideas para desarrollar un modelo de gestión inteligente.

Primero: tener un proyecto, es decir, la capacidad de diseñar un proyecto sobre la propia organización y del territorio. Madrid debe de saber lo que quiere ser en el futuro, a pesar de su situación económica, sus potenciales y el entorno. Además debe de pensar en las generaciones futuras a través de un modelo de desarrollo sostenible futuro.

Segundo: tener voluntad y energía para actuar, tener la capacidad de atraer, motivar y mantener a las personas y equipos adecuados. La voluntad debe ir más allá de la voluntad política, tiene que ponerse en relación con los medios de que disponemos y con la capacidad para generarlos. La energía vendrá de los recursos y de los ciudadanos.

Tercero: tener la capacidad de acción y resolución, solucionar problemas a los ciudadanos de una manera útil y práctica.

Cuarto: aprender e innovar, incorporar en este proceso un aprendizaje, transformar la información en conocimiento, aprendiendo de los demás y de sus propios errores. La región de Madrid deberá intercambiar experiencias y aprendizaje con otros municipios con el fin de ir por el buen camino hacia la inteligencia de la ciudad. Nada mejor que aprender de los errores y experiencias de otros municipios, para resolver futuros problemas.

Quinto: integración y participación en el proyecto de los ciudadanos, preocupándose de la cohesión social entre ellos y generando confianza.



Fuente: Elaboración propia.

La modernización de Madrid pasa por tres ejes:

1. La **visión**, es el proyecto global, el modelo de ciudad que se pretende alcanzar.
2. El **planteamiento estratégico**, se basa en que si Madrid está en condiciones de desarrollar el proyecto, deberá tomar decisiones sobre alternativas posibles y priorizar actuaciones. Deberá de tener en cuenta el tiempo, el entorno, los recursos humanos y económicos disponibles.
3. La **gestión**, hace referencia a la fase de implantación del proyecto. Liderada por el Ayuntamiento de Madrid y realizada por los técnicos.

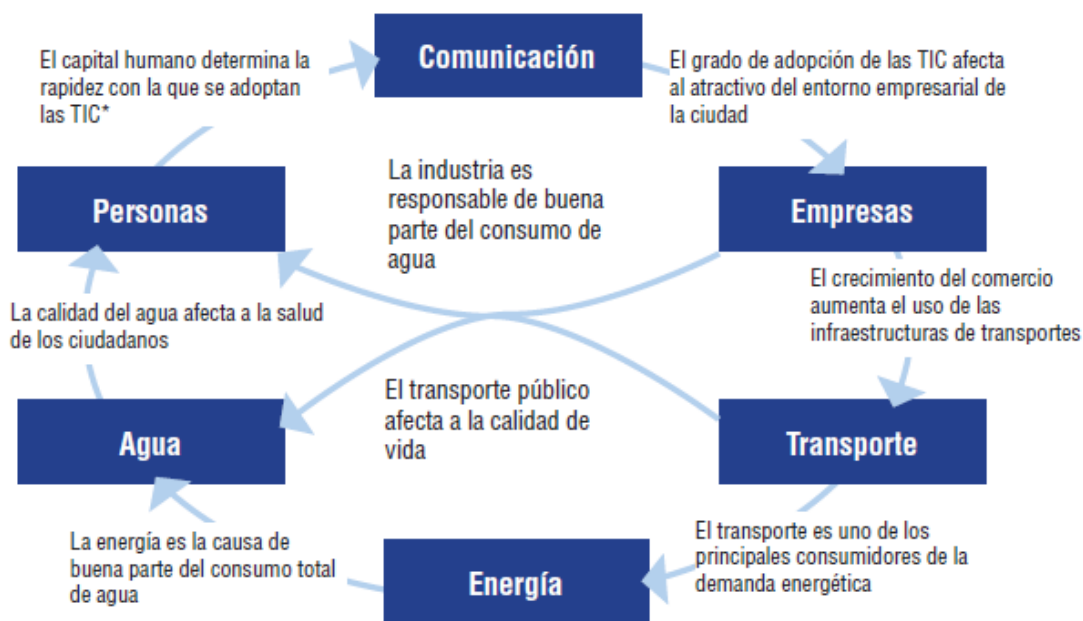


Fuente: Elaboración propia.

11.3. Camino hacia la transformación de una ciudad inteligente

Los retos y las amenazas a la sostenibilidad que deberá afrontar Madrid para su transformación hacia una ciudad mucho más inteligente no son solamente significativos por sí mismos, sino que también están interconectados entre sí. Por ejemplo, las infraestructuras de información y comunicación de la ciudad es esencial para atraer negocios e inversiones. Las redes empresariales son un factor clave para el uso del transporte, que de por sí es el mayor consumidor de energía y emisor de gases de efecto invernadero: tan solo los edificios y el transporte de la ciudad de Madrid representan el 25% de todas las emisiones. En base a la actividad habitual, el consumo de agua relacionado con la energía se doblará durante los próximos veinte años. El agua está detrás de toda actividad económica, además de ser uno de los factores más importantes para la salud pública.

Interrelación entre los sistemas esenciales de la ciudad.



Fuente: Análisis Del IBM Center for Economic Development.

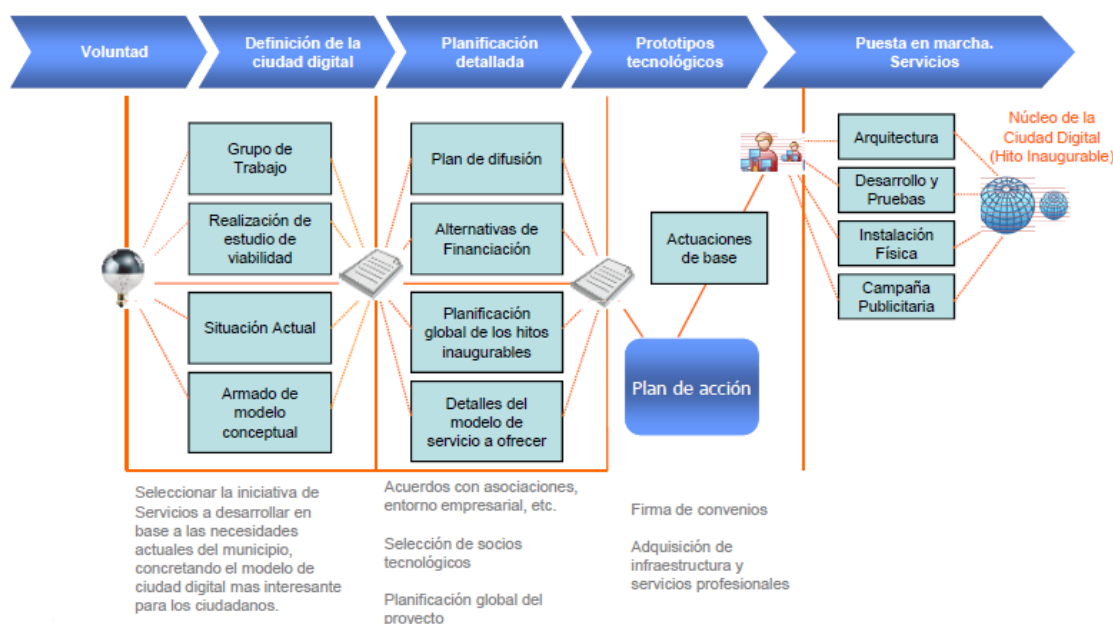
Los recursos de una ciudad como Madrid son limitados, y para responder con éxito a los desafíos a los que se enfrenta, debe tener presente la relación existente en las dificultades que afectan a los sistemas esenciales de la ciudad. Se trata de un proceso, no de una transformación a corto plazo, pero el primer paso que hay que dar exige un cambio en la forma de hacer las cosas y una ruptura del pasado.

Esto significa que los responsables de la gestión de Administraciones de la ciudad de Madrid debe desarrollar una planificación íntegra, identificando cuales son sus competencias clave y aprovechando el conocimiento además de la experiencia de terceros allá donde sea necesaria. Es lo más probable que las estructuras y las funciones actuales de la ciudad no sean las más adecuadas para dar respuesta a las necesidades de los ciudadanos, por lo que se deberá analizar que actividades habrá que descartar, cuales conservar, reorganizar, cuales abordar con la colaboración de terceros y finalmente que nuevas actividades y servicios se podrán desarrollar y desplegar para que sean más eficientes y reporten un menor costes a la vez de mejorar la calidad de vida para los ciudadanos y asegurar un desarrollo económico sostenible.

Sin embargo, Madrid necesita innovar constantemente sus sistemas de gestión, evolucionar constantemente para lo cual se requiere la ayuda de todas las Administraciones, que se revisen, en cierta medida, sus organizaciones, sus estructuras, con el fin de reducir el gasto público. Deberá mejorar la calidad de los servicios públicos que se prestan con la combinación de las tecnologías e innovación por un lado y la implementación de nuevos modelos de gestión de los servicios públicos por el otro.

Para acometer este reto, Madrid debe configurar su propio proyecto, planificarlo estratégicamente teniendo en cuenta el tiempo para llevarlo a cabo, el entorno donde lo debe aplicar y los recursos económicos que se tienen a su disposición para finalmente, gestionarlo, desarrollarlo e implantarlo adecuadamente. Debe apostar decididamente por la calidad, integrando en su actuación la innovación como guía y sacarle el máximo rendimiento a las nuevas tecnologías, siendo a la vez capaz de gestionar adecuadamente las redes locales, tanto actores privados como públicos.

Proceso de creación de los servicios



Fuente: UTN. Universidad Tecnológica Nacional. Grupo Sigma.

A pesar de las dificultades que entraña una gran ciudad como Madrid a la hora de gestionarla, ahora habrá que añadirle nuevos retos a la ciudad para dotarla de inteligencia para que pueda mejorar los servicios que ofrece a sus ciudadanos. Madrid tendrá que esforzarse para proporcionar un entorno saludable, agradable, seguro, que tenga la capacidad de atraer a las empresas y así ayudarla a prosperar en su economía competitiva a la vez de crear una infraestructura eficaz y sostenible. Para conseguirlo, deberá estudiar los sistemas en los que se basa sus aspiraciones y hacerlos más eficientes, o lo que es lo mismo más inteligentes.

La creación de un nuevo modelo de ciudad inteligente, permitirá ser más eficiente en la prestación de los servicios, mediante una adecuada planificación y asignación de recursos, fomentando la innovación y la inversión en tecnología, ya que puede ser amortizada a medio plazo. Es evidente que las empresas podrán ahorrar costes con este modelo de ciudad, al poder planificar y gestionar de una manera más eficiente y eficaz

sus servicios, a la vez también de que el Ayuntamiento de Madrid ahorre en costes con estos servicios.

Es fundamental tener en cuenta la interconexión entre los sistemas esenciales de la ciudad para lograr que este sistema de sistemas sea inteligente. Ninguno de ellos funciona de forma aislada, sino que existe una red de interconexiones: por ejemplo, el transporte, las empresas y la energía están estrechamente relacionados, ya que el transporte como las empresas son importantes consumidores de energía. Su conexión aumentará su eficiencia y resolverá posibles amenazas y retos que afrontará la propia ciudad hacia el camino a la sostenibilidad.

En definitiva, la escala y naturaleza de los retos y amenazas que afrontará cada uno de los sistemas esenciales de la ciudad de Madrid pone de manifiesto de un nuevo modelo de gestión que va a suponer la aplicación de métodos de gestión eficaces y eficientes, a un menor coste, para la prestación de servicios públicos de mayor calidad.

11.4. Servicios para la Ciudad Inteligente

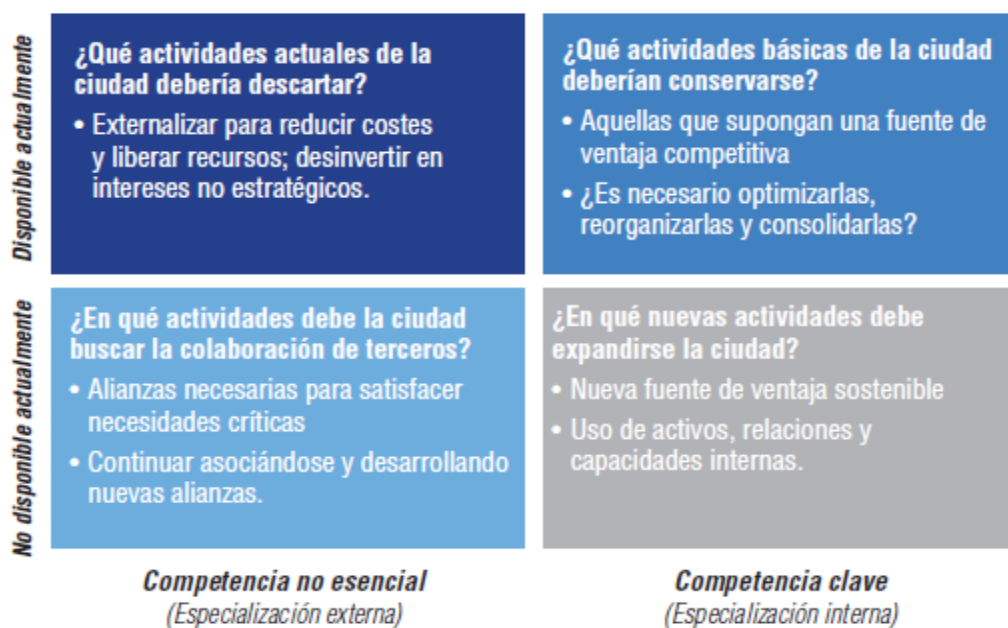
Son muchos y diferentes tipos los servicios que se enmarcan dentro de un proyecto global de ciudad inteligente, pero no todos suelen estar presentes en la implantación de una determinada ciudad inteligente, es imprescindible tener desde el principio una visión de todas las necesidades a la vez de la mejora de los servicios que cubren tales necesidades de la ciudad.

Los ejes principales en los que suele incidir un proyecto de Smart City, tiene que ver con la movilidad urbana, la eficiencia energética, la gestión sostenible de los recursos, la gestión de las infraestructuras de la ciudad, un gobierno participativo y la seguridad pública así como las áreas de salud, educación y cultura. A lo largo de este estudio describiremos los principales servicios que supondría una eficiencia en la gestión de la ciudad, a la vez de desarrollarlos y de proponerlos para la ciudad de Madrid. Algunos de estos servicios están ya en funcionamiento en un periodo de pruebas en otras ciudades pero otros son todavía meros proyectos pilotos que constituyen una muestra de lo que se puede conseguir incorporando las TIC a los procesos en las ciudades.

A la hora de iniciar el proceso de transformación de Madrid en una ciudad inteligente, se tendrá en cuenta en un principio los servicios que necesiten una mejora o incluso desarrollar unos nuevos. Las necesidades se van cubriendo con proyectos a pequeña escala según las áreas a la que pertenezca, puede ser movilidad, transporte, energía y medioambiente, etc. Se estudiará el impacto que tiene este servicio con los ciudadanos durante un periodo viendo su eficacia y eficiencia, si los resultados convencen, se extenderá de forma gradual hacia el resto de la ciudad.

Estos proyectos, se han agrupado por áreas, alcanzando su mayor nivel de eficacia cuando se integran en una visión conjunta con otros servicios y a una mayor escala, desplegándose por toda la ciudad de Madrid. Es el caso, por ejemplo, de la aplicación que ayuda a gestionar el tráfico en tiempo real en una ciudad, pero que al mismo tiempo ayuda a identificar las zonas con mayor congestión, contaminación. Cruzar esta información procedente de planos tan diferentes de una ciudad y en tiempo real o casi, es algo que solo puede llevarse a cabo en el marco de una ciudad inteligente, y es ahí donde reside su principal valor.

Marco de planificación estratégica.



Fuente: Análisis Del IBM Center for Economic Development.

En una ciudad inteligente, se pretende hacer la vida cotidiana de los ciudadanos mucho más fácil, por lo que se pueden crear multitudes de servicios que pueden ser muy útiles y muy eficientes para las necesidades de los usuarios.

Madrid deberá ofrecer una conectividad fluida, dará la posibilidad de estar conectado con las personas y las cosas de una manera simple y fácil. No importara donde se esté ni cuándo para acceder a la información, ya sea para el ámbito laboral o para el ocio. Las áreas de los servicios y aplicaciones son muy diversas, como puede ser el control de facturas, transferencias de dinero desde el teléfono ofreciendo al cliente una alta seguridad, se podrá comprar las cosas mediante la aplicación de una forma fácil a través del móvil.

Se usuario podrá interactuar con las aplicaciones de una forma fácil y rápida, con el fin de que se pueda ahorrar tiempo en desplazarse hacia el lugar, decidir lo que le gusta, la posibilidad de tener distintas opciones para elegir. Se dispondrá de servicios y aplicaciones para los negocios con el fin de hacerles la vida más fácil y eficiente, estar en contacto con él y con sus clientes haciendo cualquier trámite en cualquier momento y donde sea a través del móvil evitando de esta manera el desplazamiento o dándole si lo requiere la ruta más óptima hasta llegar a su destino, obteniendo de esta forma toda la información detallada en tiempo real con respecto al tráfico y de la ciudad. Con el teléfono se podrá acceder a aplicaciones para poder alquilar coches, donde y cuando estará disponible y donde es el lugar más cercano para dejarlo, al igual que la facturación se hará también por el teléfono.

Se dispondrá de aplicaciones donde los usuarios tendrán a su disposición toda la información relevante a la ciudad, qué es lo que le pasa y qué es lo que esta sucediendo en la ciudad en todo momento, los ciudadanos podrán interactuar entre ellos fomentando la comunicación entre ellos y al mismo tiempo dando información referente a la ciudad de donde estén y de lo que está pasando en ese momento. Dicha información podrá ser consumida por otros con el fin de ayudar a tomar decisiones acertadas. Te permitirá elegir y priorizar el ocio que quieras a través de tu teléfono en cada momento ya que estará a tu disposición una amplia gama de eventos.

Se introducirá en el área de la salud, ofreciendo servicios para los ciudadanos que servirán para controlar la salud de los usuarios y que podrán estar en contacto directo con su centro de salud y con su médico, y éste podrá mantener un constante seguimiento de sus pacientes a través de una comunicación bidireccional entre ambos además de transmitirse los datos mutuamente entre ellos.

A medida que se vayan desarrollando nuevos servicios, gracias a la innovación y la tecnología, se pondrán a disposición de los ciudadanos para mejorar y enriquecer las vidas de los usuarios y sus experiencias. El propio ciudadano estará informado de las últimas novedades en servicios y podrá decidir si le ayudará a que su vida cotidiana sea más fácil con el fin de cubrir sus necesidades.

En los siguientes puntos comentaremos ciertos aspectos tecnológicos más representativos en base a una ciudad sensorizada que se incluyen dentro de una ciudad inteligente.

11.5. Áreas Temáticas

11.5.1. Movilidad

Smart Mobility es una nueva generación de aplicaciones inteligentes que utilizan la información del contexto del usuario (sensor presencia, identidad, localización, etc.) para dar servicios enriquecidos, que se adapten en tiempo real, según la situación del usuario y los dispositivos móviles.

Aunque una gran cantidad de la información está disponible actualmente al alcance de las yemas de sus dedos, depende de cada individuo probar y unirlo todo de modo que tenga sentido. Con Smart Mobility, eso está a punto de cambiar. Está ocurriendo una revolución con la maduración de los dispositivos, la conectividad y la disponibilidad de los datos, lo que ofrecerá una nueva generación de aplicaciones inteligentes que se adapten al contexto del usuario en tiempo real para enriquecer la experiencia dada.

La movilidad inteligente abre un número de nuevas oportunidades de negocio para proveedores de servicios de TI como Atos Origin, que ya ha demostrado su experiencia en este campo emergente. A través de su dominio de servicios de transacciones de alta tecnología (HTTS, Hypertext Transfer Protocol Secure), Atos Origin puede unir industrias tales como las telecomunicaciones y la venta al por menor para construir soluciones de Smart Mobility a la vez de aprovecharse de las excepcionales relaciones B2B.



Fuente: atositchallenge

Este posicionamiento, explica cómo la movilidad inteligente facilitará experiencias enriquecidas al usuario final y transformará el modo en el que operan las organizaciones y cómo venden sus servicios y productos.

La movilidad se ha convertido en un factor clave para cualquier ciudad u organización que desee mejorar su productividad interna y la calidad de los servicios que ofrece a sus clientes, trabajadores o ciudadanos, a la vez de ser más eficaces cuando nos movemos por la ciudad. A través de innovadoras soluciones de movilidad inteligente las empresas ayudan a las entidades públicas y privadas a usar la tecnología móvil de manera más eficiente para potenciar los beneficios que puedan obtener de ella.

La movilidad inteligente es una nueva generación de aplicaciones inteligentes al alcance de los ciudadanos capaces de adaptarse a su situación en cada momento y proporcionarle información relevante en tiempo real, enriqueciendo situaciones tan cotidianas como ir de compras. Los dispositivos móviles se convierten en el nexo de unión entre vendedores y compradores, permitiendo a los compradores tomar decisiones en el mismo punto de venta. Transformando el modo en que las organizaciones interactúan con sus clientes y convirtiendo la fidelización del cliente en una respuesta inmediata al cliente.

Cuando hablamos de una ciudad inteligente, uno de los pilares en donde se apoya es la movilidad inteligente, que supondrá una revolución para la propia ciudad y los ciudadanos que podrá ofrecer beneficios de gran alcance, ayudara a afrontar imprevistos de modo eficaz y eficiente, agregando información de múltiples fuentes e incluso permitiéndole ayudar a la sociedad. El usuario se adaptará a su entorno y a sus necesidades, mucho más fácil, que están en constante evolución, ofreciéndole alternativas y permitiéndole ahorrar un tiempo valioso haciendo su vida más sencilla y cómoda a través de aplicaciones innovadoras. La información esta en todas partes solo hay que ser conscientes de ello.

Con la nueva generación de tecnología, propuesta para el desarrollo de la movilidad inteligente esta lista para revolucionar en los próximos años en el que las organizaciones operan y se comunican con sus empleados, clientes. Va más allá de las aplicaciones disponibles hoy en día vía i-store, el marketplace de android y el Nokia Ovi para anticiparse a las necesidades del usuario y proporcionarle información específica, según la hora, localización y situación. Además, probablemente se convertirá en el modo estándar de hacer negocios.

La movilidad en la propia ciudad, ya sea para el ciudadano de a pie como para los vehículos, esta comprometida con la innovación y demostrará al usuario y a la propia ciudad su capacidad de ofrecer servicios transaccionales y aplicaciones móviles con el fin de ser mucho más eficiente, eficaz y a la vez de ahorrar tiempo y dinero. Los servicios propuestos para la ciudad de Madrid están enfocados en la anticipación de las necesidades del usuario y en la entrega de información a la medida para facilitar al

usuario a que tome una decisión informada en una compra, como hacer un trayecto por la ciudad de forma eficiente, qué medicina dispensar, moverse por la propia ciudad andando, dónde estacionar el coche, proporcionar información del producto/servicio más cercano/mejor/más barato, según su situación o localización, alertas en la disponibilidad de ciertos servicios según su situación, etc.

En tan solo unos pocos años la congestión del tráfico en las calles de las grandes urbes como Madrid se ha duplicado. Conductores y usuarios de transporte público y privado exigen cada vez más nuevas soluciones que les ayuden a evitar atascos y economizar su tiempo en sus desplazamientos diarios.

Los organismos que gestionan el transporte a nivel regional y las agencias metropolitanas se ven a veces desbordados por la gran afluencia de gente que puede llegar a albergar una ciudad como Madrid por lo que se están replanteando como gestionar de forma global sus redes de transporte de una forma mucho más eficiente, con el fin de hacer frente a los desafíos que suponen las congestiones de tráfico, la exigencia de una infraestructura obsoleta y sobrecargada, la escasez de fondos, la seguridad de ciudadana, el incremento de las emisiones de CO₂ y de la contaminación acústica o la falta de integración entre las distintas redes de circulación.

Hay que proporcionar a los operadores de tráfico una visibilidad en tiempo real sobre la red de transporte y la capacidad de gestionar sus operaciones y activos de forma integrada. Se pretende reducir en un 11% las emisiones de CO₂ y en un 20% las congestiones, el 73% de los desplazamientos son de trayectos cortos y el 80% del tiempo el vehículo esta parado.

11.5.1.1. GESTION DEL TRÁFICO EN TIEMPO REAL

La movilidad en las ciudades es un problema cada vez más crítico. Es por ello que esta iniciativa es una de las implementadas bajo el concepto de las ciudades inteligentes. El concepto de movilidad hace referencia a la sostenibilidad, la seguridad y la eficiencia de las infraestructuras y sistemas de transporte. Unos de los mayores problemas en el tema de la movilidad es la congestión del tráfico, que tiene un gran impacto negativo en la calidad de vida de la ciudad tanto por la disminución de la producción, como por el empeoramiento de la calidad del aire, así como la contaminación acústica que trae consigo. Según diferentes fuentes, en la ciudad de Madrid este impacto ronda entre el 1,5% y el 4% sobre el PIB de la ciudad. Se calcula que las carreteras congestionadas cuentan más de 68.000 millones de euros por los 4.200 millones de horas perdidas en ellas y los 11.000 millones de litros de combustible gastados.

Se estima que el 10% de las redes de carreteras de Madrid están afectadas a diario por atascos, el transporte por carretera representa el 83% del consumo energético del total del sector de transportes y el 85% de las emisiones de CO₂.

Por dar datos de un entorno urbano, según la ciudad de Madrid, el tiempo que se tarda en encontrar un aparcamiento es de más de 20 minutos. En concreto, el 16% de los conductores madrileños invierten entre 30 y 40 minutos buscando aparcamiento y que el 69% de los conductores de Madrid reconocen que en alguna ocasión no han llegado a su destino porque se dieron por vencidos, fruto del largo tiempo de búsqueda de una plaza de aparcamiento. Solo el 3% del millón de conductores que diariamente utilizan su vehículo, para circular por Madrid consumen 63.000 litros de combustibles además de expulsar a la atmosfera 12 kilogramos de CO y 120.000 de CO₂ cada día, según el Ayuntamiento de Madrid. A nivel de España, el consumo es de 4,7 millones de litros de combustible y la emisión de 4.471 toneladas de CO₂ al año, según el Ministerio de Industria. Frente a estas cifras, es razonable que las iniciativas a la gestión de la movilidad sean una de las primeras en abordarse a la hora de plantearse una ciudad inteligente.

Los sistemas de gestión del tráfico emplean tecnologías de la información y la comunicación aplicadas a la infraestructura del transporte y a los vehículos con el fin de mejorar la situación de las carreteras en cuanto a seguridad, fiabilidad e incluso productividad. En estos sistemas se tiene en cuenta cada vez más los factores medioambientales.

El objetivo de estos sistemas es lograr políticas que se formulen en el futuro y que aprovechen al máximo los sistemas de gestión del tráfico ideados para mejorar la salud pública y la seguridad.

Entre los ámbitos más problemáticos de la gestión del tráfico están el impacto que ejerce el transporte en la movilidad urbana, la influencia del sistema de transporte en la ecología del entorno y la seguridad, la salud y la protección de los ciudadanos. Un ejemplo es la integración de soluciones informáticas de inteligencia y datos de navegación por satélite en tiempo real en sistemas de gestión del tráfico urbano ya en uso.

La sostenibilidad, la gestión de sistemas de transporte y las tecnologías de la información y la comunicación aplicadas a la movilidad (o ITS, sistema de transporte inteligente) comparten algunos aspectos de mejora del sistema, pero son conceptos diferentes y complementarios. La movilidad sostenible puede, o no, incorporar a las TIC elementos de gestión. La gestión del sistema de transporte hace referencia a la demanda (aumentar la ocupación de los vehículos, descongestionar el tráfico en las horas punta, etc.) pero también a la oferta (coordinación semafórica).

El papel de la tecnología en la evolución del sistema de movilidad terrestre ha pasado por etapas diferentes: una primera etapa estratégica centrada en las infraestructuras, una segunda parte táctica relacionada con los vehículos y señales y una tercera etapa operativa vinculada con las TIC. Estas etapas de desarrollo se superponen y Madrid deberá centrarse en la tercera etapa, en la que predominan las TIC aplicadas a la mejora de la movilidad.

Es preciso que Madrid logre un consenso sobre el objetivo de la gestión, especialmente en los ámbitos urbanos y metropolitano, donde confluyen los diversos modos de transporte en un espacio público compartido con otros servicios y funciones. Si el objetivo es mejorar la seguridad viaria, las velocidades deberán ser más bajas pero si el objetivo es minimizar las emisiones, habrá que empezar a cambiar el tipo de vehículo de combustión por otro menos contaminante. Los nuevos puntos de información procedentes de la sensorización de la ciudad, las técnicas de la Internet de las Cosas y de la información en tiempo real, si son bien canalizados y priorizados por las Administraciones, podrá dar pie al surgimiento de una movilidad inteligente.

Se debe de tratar problemas o temas como la localización, el diseño de rutas, la priorización de actuaciones, la afluencia y la congestión, las incidencias, etc. Todos estos problemas adquieren su sentido pleno en la optimización en tiempo real. Por eso hace falta el despliegue por toda la ciudad de sensores de bajo coste que detecten de forma automática las variables clave y los incidentes, y envíen la información a un centro de decisión desde el que se trace la política más conveniente.

Las TIC tienen un papel fundamental en la detección, la transmisión y la evaluación de la información sobre las operaciones y los servicios de la ciudad, pero todavía hay que desarrollar modelos de comportamiento causales que nos permitan estar seguros de cuales son las mejores políticas de gestión, una vez que se ha fijado una función – objetivo.

El tráfico en la ciudad sigue patrones estables y predecibles a escala de ciudad o de barrio, independientemente de los orígenes y los destinos de los vehículos. Este diagrama fundamental macroscópico del tráfico permitirá definir a priori el nivel de congestión que queremos tener.

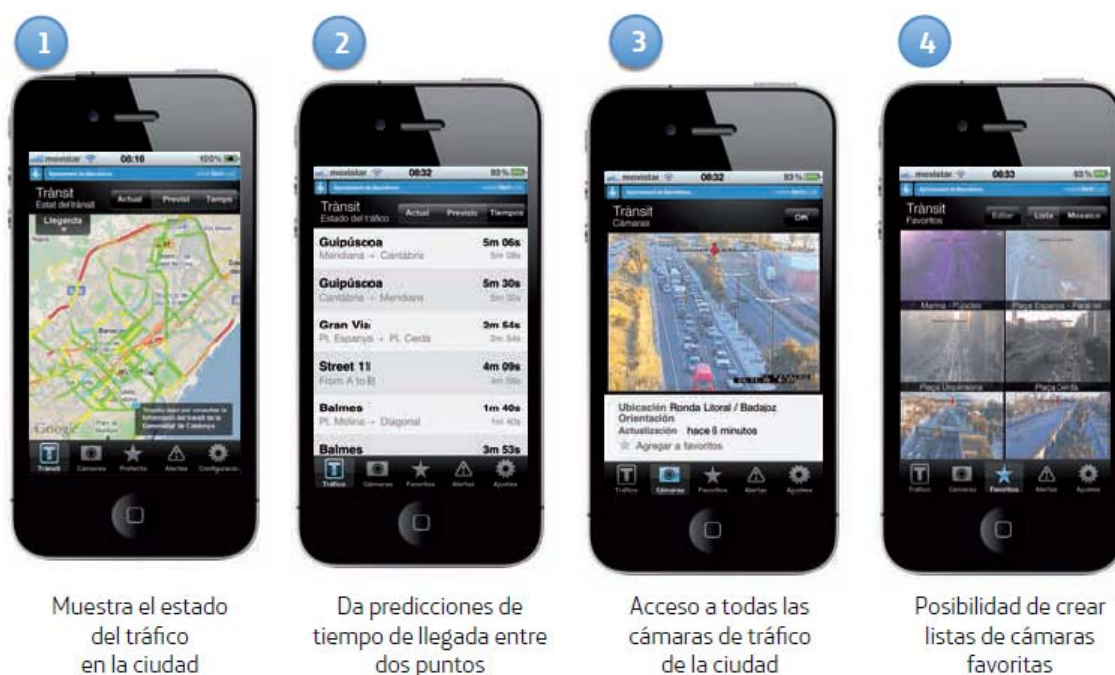
La gestión del tráfico en tiempo real trata de facilitar al conductor la información necesaria en tiempo real del tráfico, así como gestionar las incidencias en carretera, las zonas de obras, el tiempo de los semáforos y la señalización, entre otras. A esto hay que sumar la actualización de los mapas, las recomendaciones sobre las rutas óptimas en términos de tiempo o de distancia así como los consejos para favorecer conductas ecológicas al volante, que minimicen el impacto de los vehículos en el medioambiente.

Estos sistemas son capaces de realizar un seguimiento y una localización de vehículos en tiempo real y adaptar la gestión del tráfico según las condiciones actuales o previstas, además de adaptarse a situaciones especiales como la creación de un carril rápido para servicios de urgencias (por ejemplo, ambulancias, policía, bomberos...).

Un ejemplo en esta línea es una aplicación para móvil denominada, Trànsit, que facilita el seguimiento del tráfico en tiempo real. Esta aplicación se descarga en el iPhone o en el Android y permite identificar la mejor ruta para seguir en la ciudad con el fin de evitar obras, congestiones, accidentes, etc. y así ahorrar tiempo. La aplicación también

puede consultarse vía web y utilizar Google Maps para presentar el nivel de fluidez de la circulación, lo que permite conocer el estado de las principales vías de la ciudad. El usuario además puede consultar las imágenes captadas por una treintena de cámaras desplegadas por todos los distritos que se van actualizando cada cinco o diez minutos. Esta aplicación incluye un sistema de alertas que envía mensajes a medida que se producen incidencias excepcionales en el tráfico. Por último, para los ciudadanos que transiten siempre por la misma zona, existe la posibilidad de crear una lista de cámaras favoritas para permitir un acceso más rápido.

Aplicación de movilidad Trànsit



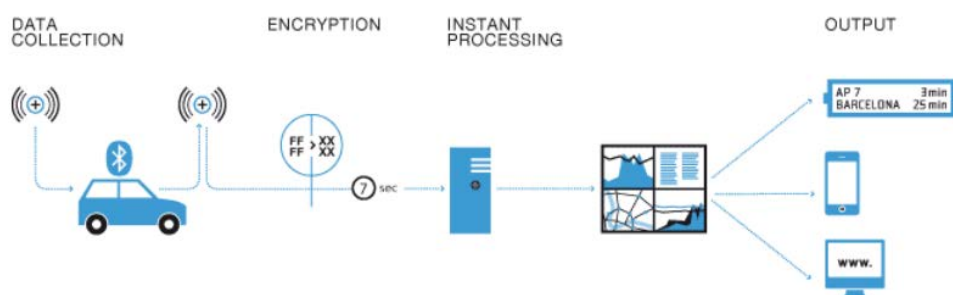
Fuente: Telefónica.

Otro claro ejemplo de gestión de tráfico en tiempo real es la aplicación **Citysolver**, desarrollada por la compañía **Bitcarrier**. Ésta aplicación proporciona información del tráfico en tiempo real a las autoridades locales y a los usuarios. Los resultados se traducen en una optimización significativa del tráfico, una reducción de la congestión, una reducción de tiempo de viaje, un aumento de la sostenibilidad medioambiental y a su vez, en una mayor satisfacción y calidad de vida de los ciudadanos. Actualmente, despliega una solución para ofrecer información del tráfico en tiempo real cada día a miles de viajeros a través de los paneles de información variable.

Bitcarrier ha desarrollado un sistema inteligente de información y gestión del tráfico en tiempo real basado en redes inalámbricas. La tecnología permite auditar la

frecuencia de 2.4 GHz captando las señales Bluetooth y Wi-Fi de los dispositivos móviles (teléfonos, navegadores GS, manos libres...). El sistema utiliza únicamente datos anónimos de las señales captadas para ofrecer información relativa al flujo del tráfico en diversos entornos de interés (urbano, interurbano), lo que permite en estos entornos un tráfico más inteligente. Este sistema inteligente del tráfico en tiempo real se estructura en tres capas:

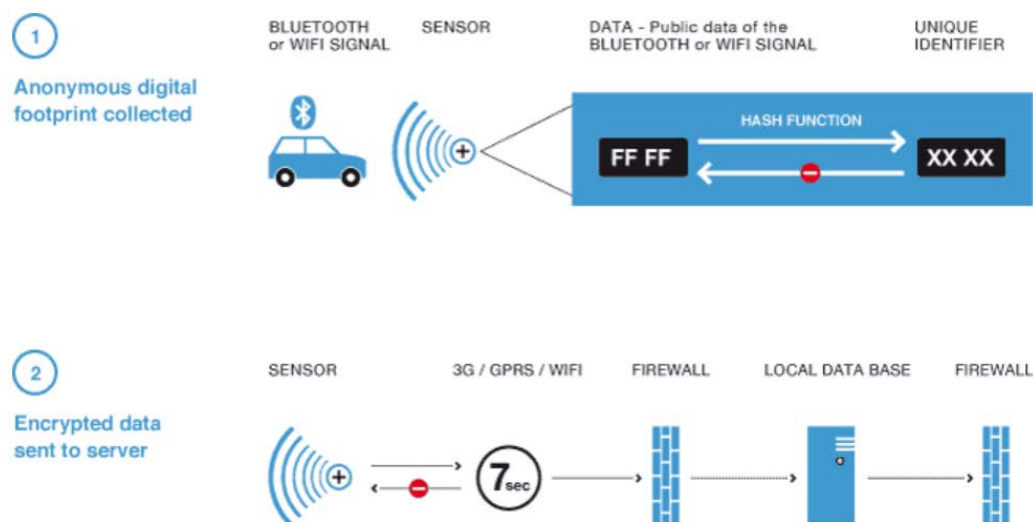
1. Una red de sensores que auditan las frecuencias publicas Bluetooth y Wi-Fi de los dispositivos móviles.
2. Una red de servidores que hospedan las bases de datos y donde el software propietario (plataforma) realiza todos los cálculos relativos a velocidades medias y tiempo de recorrido, entre otros.
3. Un cliente web que muestra todos los resultados relativos a velocidad, tiempos de viaje e incidentes.



Fuente: b2boss

Los sensores auditan las frecuencias públicas de Bluetooth y Wi-Fi de los dispositivos móviles dentro de un radio aproximado de 30 metros. Un único sensor instalado en el punto concreto de la vía es capaz de auditar los vehículos que viajan por la calle en ambas direcciones. El sensor es capaz de auditar las señales emitidas por navegadores GPS, manos libres de coche y teléfonos móviles embarcados en los vehículos siempre que los sensores Bluetooth y WiFi de los dispositivos móviles estén activados. Actualmente los sensores auditan alrededor del 30% de todos los vehículos circulando. Asegura la total protección de la privacidad de los viajeros, los sensores no captan ningún dato personal de los usuarios, incluyendo los números de teléfono móvil, captan y recogen datos anónimos que posteriormente se encriptan antes de ser enviados a la base de datos del servidor. Dado que los datos originales se encriptan y se destruyen, resulta imposible vincular un dispositivo concreto con el usuario del mismo. Los sensores integran tecnologías móviles de bajo consumo: UMTS, GPS, Bluetooth, Wi-Fi y Ethernet.

Cada señal captada por los sensores se corresponde con un identificador único que se correlaciona con todos los dispositivos móviles y que no contiene ningún dato personal que pudiera vincularlo con un usuario en particular. Aunque los datos obtenidos son anónimos, se vuelven a cifrar utilizando un algoritmo de control antes de ser enviado a los servidores. El resultado es que otro identificador único se crea y los datos originales se destruyen.



Fuente: b2boss

11.5.1.2. VEHICULO ELÉCTRICO Y SUS INFRAESTRUCTURAS

Se estima que el vehículo eléctrico desempeñará un papel crucial en el transporte diario a medio plazo y sobre todo en el concepto de ciudad inteligente. Se tendrán que conectar las infraestructuras de carga del vehículo eléctrico con la capacidad de suministro energético, además se deberá dar respuesta a las necesidades de los conductores y ayudar a minimizar el impacto medioambiental reduciendo el gasto energético y la emisión de gases contaminantes. Son numerosas las ventajas que trae consigo el vehículo eléctrico pero también desventajas. El vehículo eléctrico es un proyecto que está empezando a ser realidad en el nuevo concepto de ciudad inteligente pero en el futuro habrá que estudiarlo para adaptarlo a las necesidades de los usuarios y a las grandes ciudades tan exigentes como Madrid.

Sus ventajas más claras son la reducción de emisiones de CO, NO_x, no genera contaminación acústica, menor coste de mantenimiento, no genera vibraciones, etc. Pero sus desventajas también son algunas muy claras como puede ser la portabilidad de la energía eléctrica, el envejecimiento de las baterías a consecuencia del uso y del paso del tiempo, etc.

La implantación del vehículo eléctrico y sus grandes ventajas tanto energéticas y medioambientales como industriales, está originando el surgimiento de múltiples iniciativas y proyectos entorno a este nuevo producto en países europeos, impulsado por actores tanto públicos como privados, empresas industriales o de servicios e incluso gobiernos como el de Madrid que ya ha consensuado una estrategia y ha planificado numerosas acciones para impulsar la expansión del vehículo eléctrico en los próximos años.

Sin embargo, todos ellos se enfrentan a una serie de variables en torno al vehículo eléctrico que hacen que les resulte difícil saber hacia donde deberían enfocar su estrategia de desarrollo.

Es necesario definir un modelo de movilidad para la ciudad de Madrid, que cuente con el acuerdo de todos los agentes sociales, y que plantee una nueva visión sistemática e integral del territorio metropolitano y sea participativo. El modelo de movilidad de Madrid debe estar dirigido a reducir el uso del vehículo privado en los desplazamientos forzados y no forzados. Para ello, debería crearse un Área de Bajas Emisiones, cierre de determinadas zonas al tráfico rodado y fomento de un uso más racional de los vehículos.

Madrid debería ser una de las capitales europeas que liderasen el proceso de introducción progresiva del coche eléctrico en la movilidad urbana. Para ello sería necesario poner en marcha un plan mucho más ambicioso que las medidas que actualmente se están desarrollando. El Ayuntamiento de Madrid podría potenciar el vehículo eléctrico mediante una incorporación en sus nuevas compras para el parque de vehículos municipales, así como apoyar a los vehículos eléctricos privados con nuevas medidas más efectivas, como por ejemplo, usar una identificación externa para todos los coches eléctricos de Madrid que les permita el aparcamiento gratuito en cualquier zona azul o verde de Madrid. La flota de taxis de Madrid es un elemento clave para potenciar el vehículo eléctrico en la ciudad.

Se estima que el ahorro que permite un vehículo eléctrico se cifra en algo más de 8.000 € Además, si solo el 10% de los coches fueran eléctricos en España se reduciría la emisión de CO₂ en 3,2 millones de toneladas.

La ciudad de Madrid se ha convertido en un laboratorio experimental de la movilidad gracias al proyecto MOVELE Madrid. Este proyecto es una experiencia piloto gestionada y coordinada desde el IDEA (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía), que persigue la introducción de 2.000 vehículos eléctricos de diversas categorías, prestaciones y tecnologías, en un amplio colectivo de empresas, instituciones y particulares, así como la instalación de, al menos, 500 puntos de recarga para estos vehículos, de los cuales se dispondrá de un mínimo de 546 punto de recarga de vehículos eléctricos, 193 cubiertos y 353 en las vías. El proyecto se enmarca en el Plan de Activación del Ahorro y Eficiencia Energética, y cuenta con una dotación de 10 millones de euros, de los cuales 8 millones se destinaran a ayudas para la adquisición y uso de

vehículos eléctricos y 2 millones para la creación de infraestructuras públicas de recarga y gestión.

Los principales objetivos del Proyecto MOVELE son los siguientes:

- Desarrollar la viabilidad técnica y energética de la movilidad eléctrica en los entornos urbanos mediante la adopción de un conjunto de acciones que suavicen los obstáculos existentes para su desarrollo, posicionando a España entre las escasas experiencias reales de demostración de estas tecnologías.
- Activar, dentro de las administraciones locales implicadas, medidas impulsoras de este tipo de movilidad: desarrollando una infraestructura pública de recarga en las calles, facilitando la circulación para vehículos eléctricos, reservando plazas de aparcamiento, permitiendo la circulación por carriles bus-taxi, etc.
- Implicar a empresas del sector privado en la introducción del vehículo eléctrico: empresas eléctricas, empresas de seguros y financiación, etc.
- Servir de base para la identificación e impulso de medidas normativas que favorezcan esta tecnología: medidas económicas en la compra o uso de los vehículos, tarifas preferentes en el suministro de energía, etc.



El objetivo final es el de llegar a millón de coches híbridos o eléctricos para el año 2014 circulando por nuestras carreteras por lo que es un ambicioso e interesante proyecto. La puesta en circulación de los 2.000 vehículos eléctricos sustituyendo un número similar de vehículos impulsados con gasolina y gasóleo, supondrá un ahorro energético anual equivalente a 2.772 toneladas de petróleo y evitara la emisión de 4.471 toneladas de CO2 anuales.

11.5.1.3. GESTIÓN DE LA MOVILIDAD INTEGRADA

La gestión de la movilidad integrada, hará que los viajeros puedan tomar decisiones más claras en sus desplazamientos diarios facilitándoles toda la información relativa a la situación de la infraestructura viaria real y previsible. Así mismo, permite a

los operadores de la red reconducir el tráfico y el transporte público en función de las necesidades del momento.

El crecimiento de la población en la ciudad de Madrid así como los nuevos hábitos de vida están cambiando los sistemas de transporte con el fin de que aumenten su capacidad y ofrezcan un servicio más enfocado a los ciudadanos. Es razonable pensar en otro tipo de aplicaciones especialmente relevantes que sean capaces de ayudar a gestionar las redes de autobuses, en general los medios de transporte urbano, mejorando su eficiencia, permitiendo predecir mejor la demanda para optimizar su uso, reduciendo costes, mejorando la seguridad e incluso enseñando al usuario con experiencias.

Estas aplicaciones usan sensores repartidos por las rutas y analizan la información en tiempo real, por ejemplo, predecir la llegada de autobuses o trenes y así poder informar a los pasajeros, bien sea vía SMS o a través de tableros de información en estaciones, paradas o incluso dentro de los propios medios de transporte. Con toda esta información además, es posible replantear rutas, disponer de sistemas integrados de horarios, localizar en tiempo real los diferentes metros y autobuses, disponer de otras alternativas para viajar, paradas de metro más próximas, etc. en definitiva mejorar la red de transportes de la ciudad.

El Ayuntamiento de Madrid, con la colaboración de la compañía Telefónica, tuvo la oportunidad de poner en marcha un proyecto piloto en una de las líneas de autobús, en el que le facilita la gestión en el transporte. En concreto en la incorporación de pantallas en los autobuses de la línea 27 de la ciudad, que ofrece a los pasajeros información sobre el recorrido de la línea, próximas paradas, conexiones, tiempo de espera de otras líneas o posibles incidencias en la red de autobuses de la ciudad. El objetivo perseguido es mejorar este tipo de soluciones con el fin de mejorar el sistema de movilidad de una ciudad tan extensa como Madrid, por la que cada día se desplazan más de cinco millones de ciudadanos.

El despliegue de las redes inalámbricas de sensores por la ciudad y la publicación de los datos en internet, tiene el potencial de aumentar la conciencia pública y la participación en la sostenibilidad del medio ambiente. Estas tecnologías permiten la captura de datos de los sensores con la participación de las autoridades públicas y el público en general y la toma de información en tiempo real de las condiciones ambientales disponibles a los ciudadanos. El monitoreo de los datos sobre la contaminación atmosférica en las zonas urbanas es un ejemplo de tal aplicación, como también los contaminantes del aire que también tienen un efecto directo sobre la salud, utilizando la tecnología de redes de sensores inalámbricos en el contexto de la vigilancia de la contaminación del aire.

La tecnología que ya tenemos, distribuida por la ciudad, puede brindarnos información valiosa para controlar eficientemente el funcionamiento urbano. Es posible optimizar tiempos, consumos y recursos. Por ejemplo, los niveles de contaminación, la

calidad del aire, etc. nos pueden ayudar a tomar decisiones en tiempo real mientras vamos caminando. El usuario dispondrá en cada momento de la información que recogen los sensores a través de mensajes de móvil o a través de ciertas aplicaciones de internet, con la finalidad de que pueda decidir por dónde ir y cómo ir.

Los sensores desplegados por la ciudad pueden medir variables medioambientales, como la temperatura, la concentración de CO₂, la concentración de polen, calidad del aire, etc. Los sensores están desplegados por la ciudad utilizando las farolas, los edificios públicos o en el transporte público y los datos que recogen son transmitidos en tiempo real a los servidores centrales. Estos datos mediante aplicaciones móviles, pueden estar a disposición de los ciudadanos en tiempo real, y así poder tomar decisiones claras cuando nos movemos, la información se actualizará en tiempo real con los datos de las mediciones de sensores, además de poder visualizarlos a través de la aplicación en internet. Este sistema es un ejemplo de innovación inspirada en la apertura de datos por parte de la Administración a través de una plataforma y herramientas en la cual se combinan los datos en tiempo real.

11.5.1.4. TRANSPORTE PÚBLICO

Mejorar la eficiencia del sistema de transporte público coordinando los horarios de llegada y salida de metro, tranvías y autobuses, evitan retrasos dando prioridad a los medios de transporte colectivo en intersecciones y vías congestionadas y, por último, desarrollar simulaciones realistas para casos de emergencia.

El diseño y el despliegue de Sistemas Inteligentes de Transporte (SIT) para Madrid han demostrado la mejora de la movilidad urbana a través de herramientas, procesos y conocimientos para lograr el rendimiento y la seguridad requeridos por los ciudadanos. A través de modelos operativos (Smart Urban Transit Platform) dirigidos a la integración institucional, física y tarifaria, ofrecen soluciones para la gestión de redes de transporte público y planificación urbana.

Madrid deberá replantearse una gestión más eficiente e inteligente del sistema de transporte para así poder evitar que los ciudadanos puedan coger su vehículo particular. Debe de consistir en que el sistema de transporte público pueda ser la alternativa al vehículo, para ello debe de conseguir que la distancia entre donde te deja el transporte público y donde quieres ir sea la menor posible, se debe de solucionar el problema de dónde estamos y a dónde queremos ir. Si a ese problema se le pone solución sin duda el transporte público será una de las mejores opciones para viajar por la ciudad.

La red de transporte público que tiene Madrid es muy amplia, más bien los autobuses, por lo que muchos de ellos son antiguos y contaminan. Una alternativa para poder reducir la emisión de gases CO₂ en el transporte público consistiría en sustituir los vehículos más antiguos de la red por otros nuevos que usarán otro tipo de energía mucho

menos contaminante, además de tener las más modernas medidas de confort, seguridad y accesibilidad.

Que el sistema de transporte público estuviese constituido por vehículos eléctricos, sería un inicio para el cambio hacia la reducción de gases y contaminación acústica. Hay otras alternativas además de que fueran eléctricos, como propulsados por gas natural e híbridos. Estos autobuses son mucho más respetuosos con el medio ambiente, ya que reducen en un 20% las emisiones de CO₂ y hasta el 50% de ruido.

Otra posibilidad, es la puesta en marcha de vehículos que utilicen biodiesel. Los autobuses emplearán una mezcla con el 70% de gasoil y un 30% de biodiesel, sin necesidad de hacer ningún cambio en los motores. Estos biocarburantes, no producen emisiones de azufre ni cloro y evitan ingentes cantidades de CO₂.

11.5.1.5. GESTIÓN DE PLAZAS DE APARCAMIENTO

Encontrar un sitio para aparcar en el centro de la ciudad es una de esas tareas que pueden desquiciar a cualquiera, debido a la cantidad de vueltas que hay que dar hasta encontrar ese sitio en el que poder estacionar el coche. Según estudios se estima que los conductores gastan una media del 35% del combustible a la hora de buscar un aparcamiento en el centro de la ciudad a consecuencia de dar vueltas hasta encontrarlo.

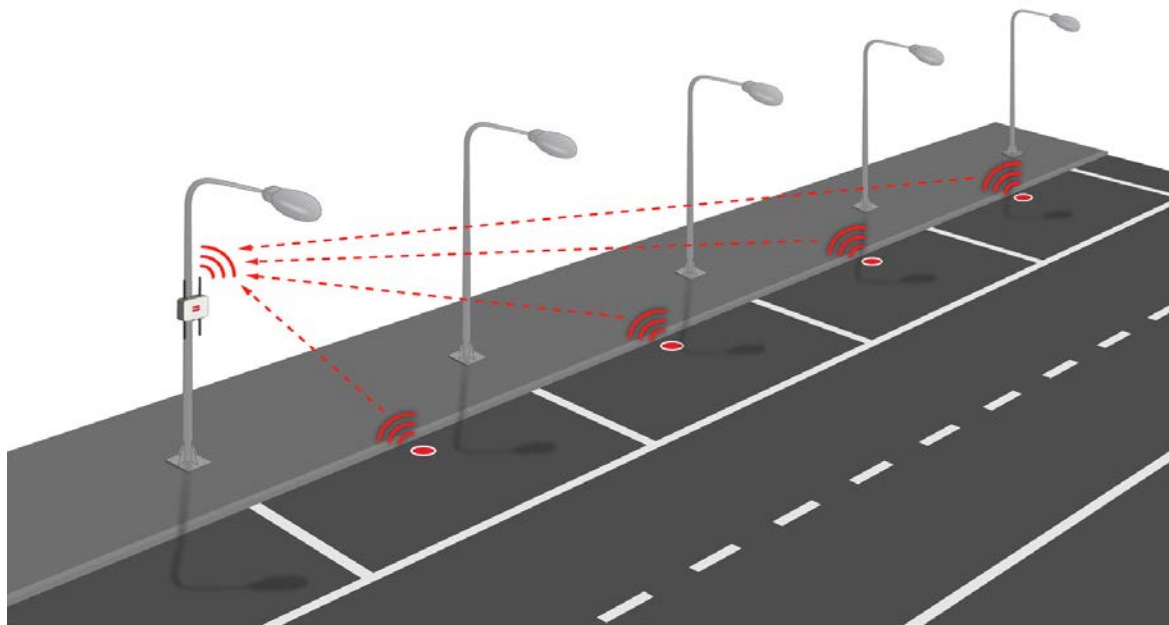
Se ha estimado que reducir la media de tiempo para estacionar un vehículo de 20 a 12 minutos aproximadamente, puede reducir en 400 toneladas de emisiones de CO₂ en una ciudad como Madrid. Según las estadísticas, se estima que hasta el 40% del tráfico en Madrid es generado por coches que están dando vueltas para buscar una plaza de aparcamiento, mientras que el 69% de las personas que buscan un sitio para estacionar el vehículo reconocen que se han dado por vencido y no han llegado a su destino, por lo que supone un enorme gasto energético y de tiempo.

Las aplicaciones sobre la gestión de plazas de aparcamiento se valen de sensores distribuidos por la ciudad que permiten identificar el aparcamiento libre u ocupado en tiempo real, mejorando la monitorización de los parquímetros y facilitar la ocupación de las plazas libres, evitando así desplazamientos inútiles, minimizando el tiempo de circulación de los vehículos y una disminución del volumen del tráfico que permitirá mejorar la fluidez de la circulación de manera substancial en entornos urbanos, para contribuir a una reducción efectiva de la contaminación.

La ciudad de Madrid deberá poner en marcha proyectos de estas características para gestionar las plazas de aparcamiento libre en el centro de la ciudad. El sistema de Libelium está formado a través de una infraestructura que se basa en la implantación de sensores inalámbricos en las plazas públicas de aparcamiento (al aire libre) de la ciudad, gateways (normalmente se ponen utilizando las farolas) que concentren la información

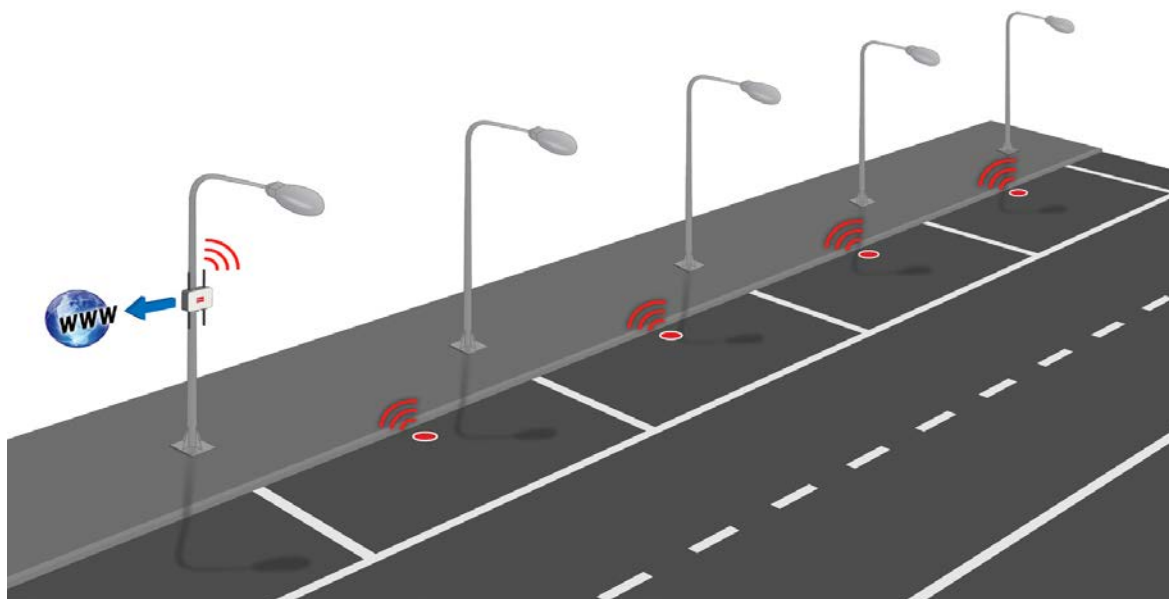
enviada por los nodos de los sensores y la envíen a los servidores centrales, y el sistema que recogerá toda esta información obtenida de los sensores (plaza libre-ocupada), para analizar, gestionarla y por último ofrecerla de una forma útil a los conductores.

Los sensores envían la información al Gateway



Fuente: Libelium

El Gateway envía los datos a internet.



Fuente: Libelium

El sistema informático permitirá localizar las plazas de parking libre, conocer cuando una plaza queda desocupada, e incluso determinar los vehículos que están mal estacionados (por ejemplo, en zona de carga/descarga, o en zonas que no se permite), de manera que pueda servir tanto a los ciudadanos, como a los responsables del tráfico urbano. La información llega al usuario a través de dispositivos móviles como el teléfono, el ordenador portátil o tableta (iPad), y también a través de paneles luminosos en la vía pública. Esto facilita a los conductores la forma de decidir en tiempo real a partir del conocimiento inmediato de donde hay una plaza libre para estacionar en los alrededores de la zona en la que estás circulando. Con esta plataforma es posible localizar y guiar a los conductores hacia las plazas de aparcamiento disponibles dentro del área de interés.

El sistema funciona con un detector que alberga el sensor óptico y el magnético en un encapsulado de 4 cm de diámetro y 13 cm de largo, que se incrusta en el pavimento de cada plaza de aparcamiento. El equipo detecta primero un cambio brusco de iluminación, la sombra que se produce en el punto del suelo cuando el vehículo pasa por encima. Después, el sensor óptico avisa al magnético que se activa para verificar si lo que provoca la sombra es un vehículo o no. Esto se consigue mediante la detección de la anomalía generada en el campo magnético terrestre cuando un coche pasó o se para encima.



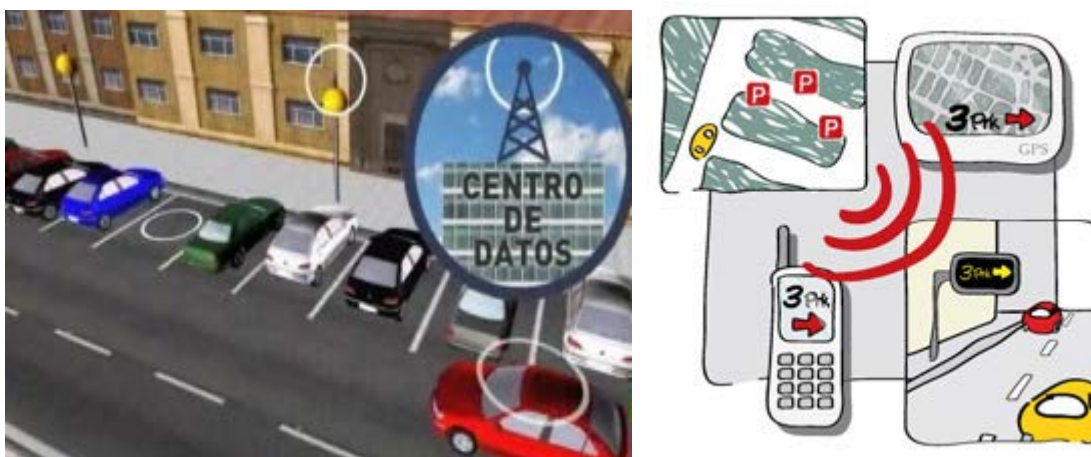
Fuente: Libelium

El sensor magnético sirve para confirmar de manera definitiva que el objeto que quita la luz en la plaza de aparcamiento es un vehículo y no una hoja de un árbol, un papel o cualquier otra cosa.

Los dos sensores están conectados a un microcontrolador que, a través de un algoritmo, indica la presencia o no de vehículos. El sensor óptico del sistema esta siempre activo pero tiene un consumo energético mínimo. Una vez detectada la presencia de un vehículo, el microcontrolador envía la información sobre la ocupación de la plaza a través de radiofrecuencia a una antena conectada a un transceptor. Este dispositivo doble,

ideado para instalarse en farolas de la vía pública, recibe y a la vez transmite esta información en cuestión de segundos, mediante diferentes tecnologías como Wi-Fi o GPRS a la base de datos o centro de control, los servidores procesan la información y la envía a paneles indicativos situados en la calle, que muestran la información del estado de ocupación de la zona en tiempo real. La plataforma de sensores localiza a los usuarios que buscan aparcamiento, de modo que se puede ofrecer un servicio personalizado, muestra al usuario toda la información del número de aparcamientos libres en la zona y su ubicación.

Lo novedoso del sistema es que el sensor óptico, que es el que está siempre activo pueda descubrir a partir de la sombra y la luz que se proyectan cuando un vehículo puede estar encima, funciona en combinación con el magnético. Con este doble sistema de sensores, el sistema de detección de plazas libres se hace mucho más eficiente y de muy bajo consumo porque evita el cableado de la ciudad para su instalación.



Fuente: Urbiotica

El coste de aplicación de este sistema sería fácilmente asumible, ya que se podría financiar con el ahorro que supone la garantía de la mejora de la ocupación de las plazas de las zonas verdes y azules. Una plaza de pago en la ciudad reporta al municipio entre 2.000 y 3.000 euros al año, y con el sensor, facilitaría que estuvieran menos tiempo sin ocupar porque serían más fáciles para localizar, se mejoraría su eficiencia en un 5% por lo que ya supone financiar el sistema.

El sistema permite gestionar y controlar vehículos en vías públicas y privadas, especialmente en áreas urbanas, lo que da la posibilidad de controlar los accesos a poblaciones y zonas restringidas, zonas de seguridad y pasos a nivel, entre otros. Es importante destacar que el ahorro de tiempo para aparcar se traduce en ahorro de combustible y, en consecuencia, una reducción de la contaminación.

11.5.1.6. GESTIÓN DE SEMÁFOROS INTELIGENTE

Este sistema de gestión de semáforos por telecontrol o a través de sensores puede resultar una solución muy eficiente y eficaz frente a la congestión y la densidad de vehículos de las calles más transitadas de la ciudad si se gestiona con inteligencia. Facilita el manejo de los semáforos de cruces y vías de la ciudad a favor del tráfico para evitar atascos en ciertas horas del día conforme a la densidad de vehículos, no olvidando también la figura del peatón, que cuando se trata de un semáforo mediante sensores éste modifica sus tiempos de cruce según la densidad de peatones para que les de tiempo a cruzar la calle y no tengan que correr.

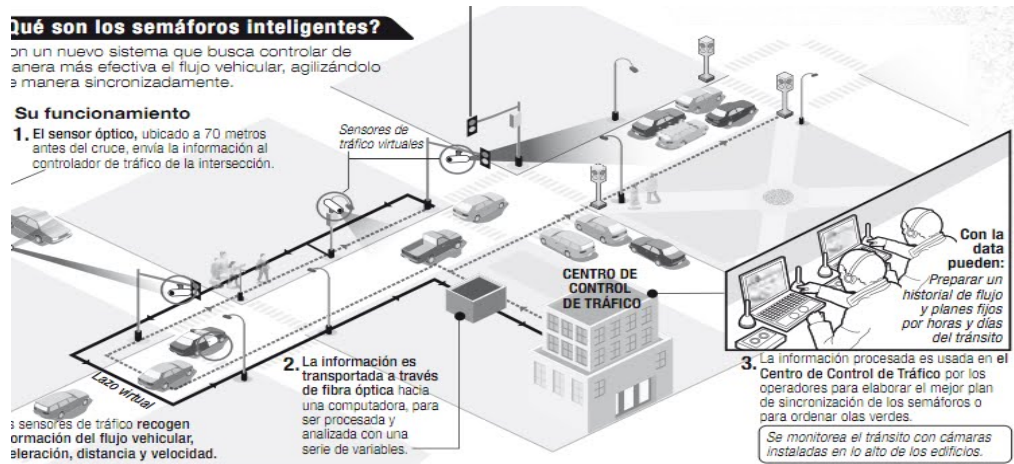
El sistema de semáforos inteligentes consta de un receptor bluetooth en los semáforos, que permite detectar el bluetooth del manos libres de los coches (y de esta manera seguir sus rutas realizadas), y una pequeña cámara, todo ello comunicado con el sistema de telegestión a través del cableado de fibra óptica implantado. A estos equipos instalados en cada semáforo se les unen unos sensores implantados en el asfalto (aforadores de magnetismo terrestre), para contar los coches que pasan, y unos paneles luminosos que inicialmente mostraran la información analizada obtenida.

La implantación de este sistema tiene el objetivo de obtener la información en tiempo real del tráfico en la ciudad, que sirva tanto de manera instantánea, para los conductores que puedan conocer el estado del tráfico en la ciudad en un momento determinado, o para los responsables que puedan modificar el comportamiento de los semáforos en estados concretos, como para estudiar a medio plazo la mejor forma de coordinar y gestionar el tráfico urbano.

Esta información se podría obtener de diversas formas:

- Los sistemas de bluetooth permitirán:
 - Conocer las rutas más habituales de los conductores, ya que se podrá determinar por qué semáforos pasa cada coche, y de esta forma se sabe la ruta seguida.
 - Conocer el tiempo que le ha costado al coche hacer dicha ruta, es decir, se podrá saber con exactitud aquellas zonas donde hay más atascos.

Una vez que el sistema lleve tiempo funcionando, se podrá ir depurando toda la información, conociendo los tiempos estimados para realizar cada ruta, las mejores rutas a seguir para llegar a un sitio determinado, y teniendo una información completamente actualizada del tráfico en la ciudad.



En el sistema de los semáforos adaptado a los peatones, unas baldosas detectan la presencia y el movimiento de las personas gracias a unos sensores, que ordenan a los semáforos cerrarse hasta que el peaton haya cruzado la calle.



Fuente: Urbiotica.

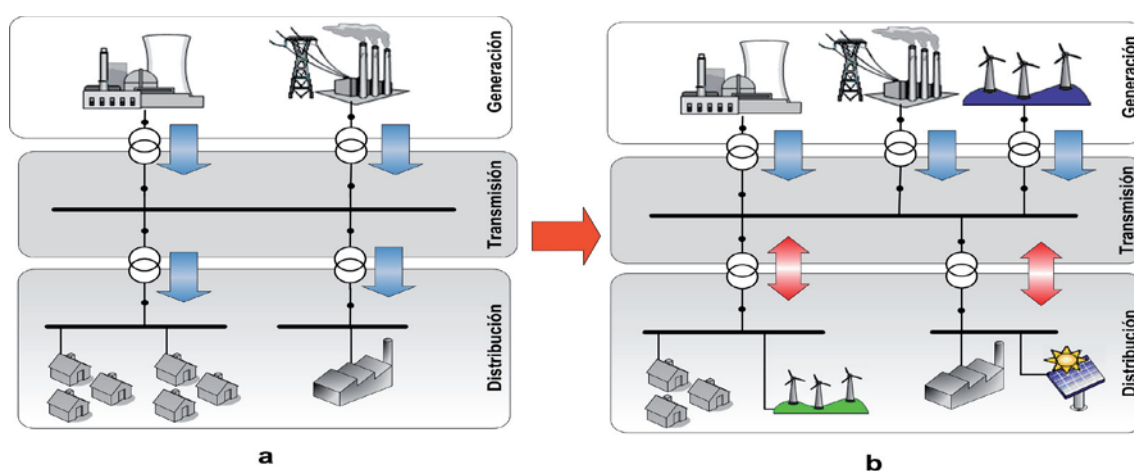
11.5.2. Energía y Medio ambiente

El incremento del consumo eléctrico en la ciudad de Madrid ha provocado un replanteamiento en las compañías eléctricas y su modelo de negocio al tiempo de la legislación que se intenta reducir las emisiones de CO₂.

La red eléctrica se ha subdividido, tradicionalmente, en cuatro áreas funcionales: generación, transporte, distribución y consumo, en las que la energía fluía en un solo sentido, desde el punto de generación hasta el usuario. Sin embargo, la ciudad de Madrid se verá obligada en la implantación de nuevas redes eléctricas inteligentes, a la vez de la proliferación de las energías renovables, causando que el modelo de red se vea alterado irremediabilmente.

Una de las características más importante que diferencia una red eléctrica inteligente de una tradicional es su capacidad de soportar un flujo de energía bidireccional, es decir, de pasar del esquema en que el flujo de energía va solo desde las grandes plantas de generación hacia los usuarios finales, a otros que incorpora y aprovecha la capacidad de almacenamiento y generación distribuida, con un rol activo para los usuarios, en el que son capaces de proveer energía a otros usuarios.

Aunque las centrales convencionales seguirán existiendo y funcionando en la ciudad, también la generación y el transporte convencionales seguirán existiendo en el nuevo modelo, no podemos ignorar que las redes se están transformando en millones de nodos interconectados. Una proporción de la electricidad generada en las plantas convencionales, será reemplazada por la generación distribuida, las fuentes renovables, la gestión activa de la demanda y los sistemas de almacenamiento. Por otra parte, los ciudadanos que viven en la ciudad pasaran de ser simples receptores pasivos de electricidad a convertirse al mismo tiempo en fuente y sumideros de energía.

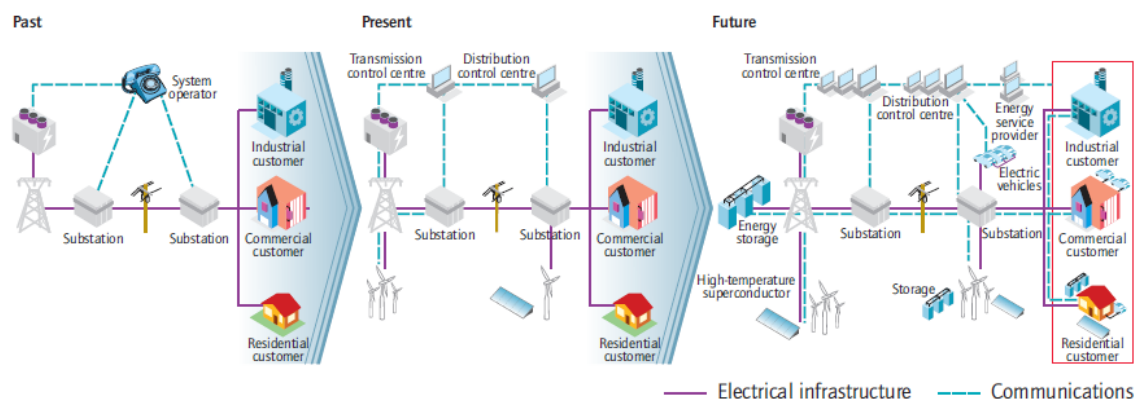


Fuente: The Top-Bottom Structure & The Bidirectional Paradigm.

Un factor importante a considerar en el diseño de una infraestructura de red eléctrica inteligente es la condición intermitente y variable inherente a las fuentes de energía renovables. Que los usuarios se conviertan en proveedores es posible gracias al desarrollo de tecnologías de generación de energía renovables, como la energía solar fotovoltaica y la eólica, al estar estas pequeñas generadoras integradas a la red de distribución, y a los adelantos de los sistemas de micro-almacenamiento residencial distribuido.

La ciudad de Madrid deberá plantearse nuevas formas de generar energía debido al gran crecimiento de la población que experimentará en los próximos años. Hoy por hoy la población es consumidora de gran parte de energía que se produce en Madrid o que viene de otras centrales, por eso es de vital importancia y de necesidad que se desarrollen nuevas formas de energía, como las energías renovables, que el ciudadano ya no sea un mero consumidor sino que a la vez produzca energía, la pueda almacenar y distribuirla para satisfacer sus necesidades cotidianas, como por ejemplo recargar el coche eléctrico, calentar el agua, etc.

Evolución de las redes eléctricas

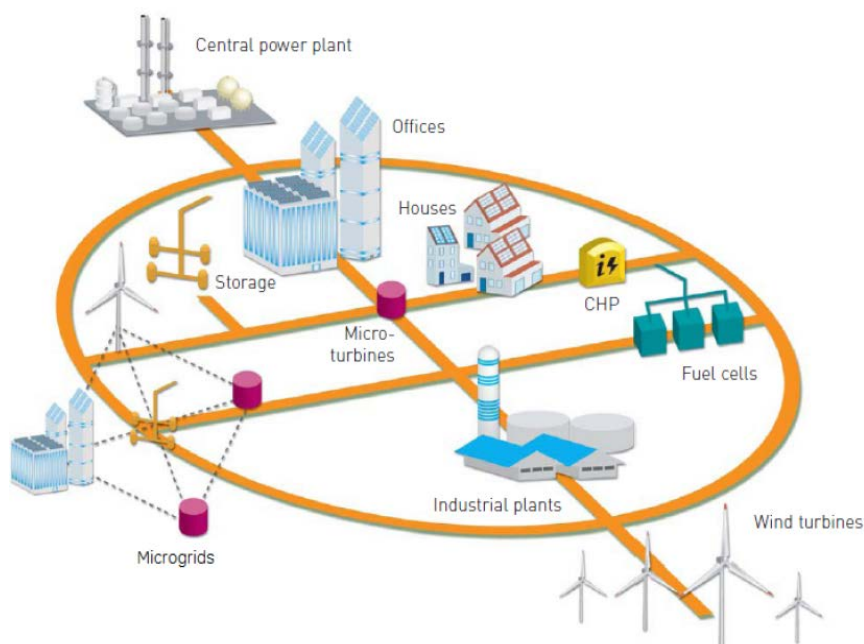


Fuente: IEA

Es importante señalar el gran papel que están llamadas a desempeñar las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para adaptar la red eléctrica. La toma de decisiones dejará de estar centralizada en un solo lugar para establecer un control distribuido a través de nodos dispersos del sistema y en el propio ciudadano, por lo que la información circulará de forma bidireccional. Las redes del futuro deben tener una mayor capacidad para atender elevadas demandas de la población así como aumentar su fiabilidad y eficiencia, de ahí la necesidad de aplicar la información en tiempo real desde los puntos de generación hasta los de consumo.

Además de la implantación de dicha red de distribución activa, las nuevas redes permitirán la aparición de nuevos conceptos como microrredes, que se establecerán en la periferia de la ciudad produciendo energía, redes de baja tensión con fuentes de generación distribuida, dispositivos locales de almacenamiento y cargas controlables, como calentadores de agua o equipos de aire acondicionado. Su característica principal es que aunque operan la mayor parte del tiempo conectadas a la red de distribución son capaces de funcionar de forma independientes a la red principal.

Microrred en el contexto de una Smart Grid



Fuente: Comisión Europea, European SmartGrids Technology Platform.

Las redes inteligentes son redes que ayudarán a los ciudadanos a integrar las acciones de los usuarios que se encuentran conectados a ella, ya sean consumidores, generadores o ambas a la vez con el fin de conseguir un suministro eléctrico eficiente que reduzca las emisiones y el consumo energético y que mejore el uso de las energías renovables. Las redes inteligentes se coordinan con el uso de las tecnologías de la información y la comunicación y los sistemas eléctricos.

Las tecnologías de energía inteligentes pueden ofrecer beneficios a los ciudadanos, permitiendo una comunicación bidireccional entre los proveedores y los clientes, abriendo la posibilidad de ajustar el consumo a las condiciones y precios en tiempo real. Esta respuesta a la demanda contrasta con el sistema tradicional.

La combinación de sistemas de medición eléctrica y de dispositivos de acceso a las telecomunicaciones a través del contador conectado por fibra, se utilizará para intercambiar información entre usuarios y proveedores para adaptar las necesidades de

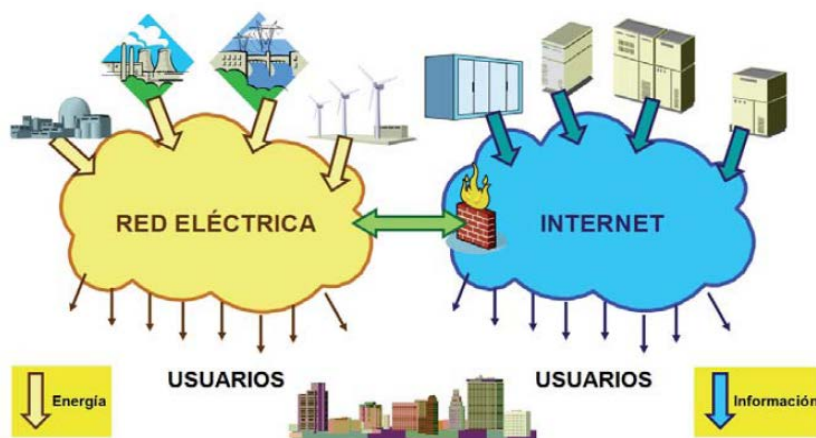
energía. Este sistema de red eléctrica aplicado en la ciudad reducirá significativamente la necesidad de costosas centrales para picos de carga y la infraestructura de cables de fuerza, que ya no será necesario que soporte esos picos y aspira a desarrollar una red eléctrica más fiable, segura, sostenible y eficiente, que mejore la seguridad y calidad del suministro de los requisitos de la era digital.

Madrid deberá empezar a desarrollar numerosos proyectos en ésta área con el objetivo de mejorar su eficiencia en las redes eléctricas, y por consiguiente conseguir un ahorro tanto energético como económico. Proyectos como **GAD**, *Gestión Activa de la Demanda*, persigue la optimización del consumo de electricidad en usuarios de baja y media tensión; **STAR**, *Sistema de Telegestión y Automatización de la Red*, en él se adaptan centros de transformación y se renuevan los contadores; **SMART CITY**, una iniciativa de generación y distribución inteligente de energía, se renueva la red contadores inteligentes y sistemas inteligentes de telecomunicaciones y telecontrol.

Las centrales actuales que posee Madrid operan con un alto grado de ineficiencia e incomodidad, por lo que no son suficientes para cubrir la demanda y las necesidades dinámicas de la energía y la información en los próximos años.

Este nuevo concepto de redes, se basa en el uso de tecnologías que por medio de sistemas de información digitales (medidores y aplicaciones inteligentes) se comunican a través de Internet con los proveedores de energía eléctrica para optimizar el sistema. Este modelo lleva consigo el uso de dos infraestructuras separadas e independientes, la red eléctrica e Internet, interconectadas mediante un firewall para controlar la seguridad.

Red eléctrica e internet independientes e interconectadas con *firewall*.



Fuente: L&M Data Communications.

El 40% de la energía producida en Madrid se desperdicia hasta llegar al consumidor por la ineficiencia en la gestión. Estamos malgastando energía y emitiendo a

la atmósfera dióxido de carbono (CO₂), lo que dificulta que Madrid pueda cumplir con sus ambiciosos objetivos para luchar contra el cambio climático.

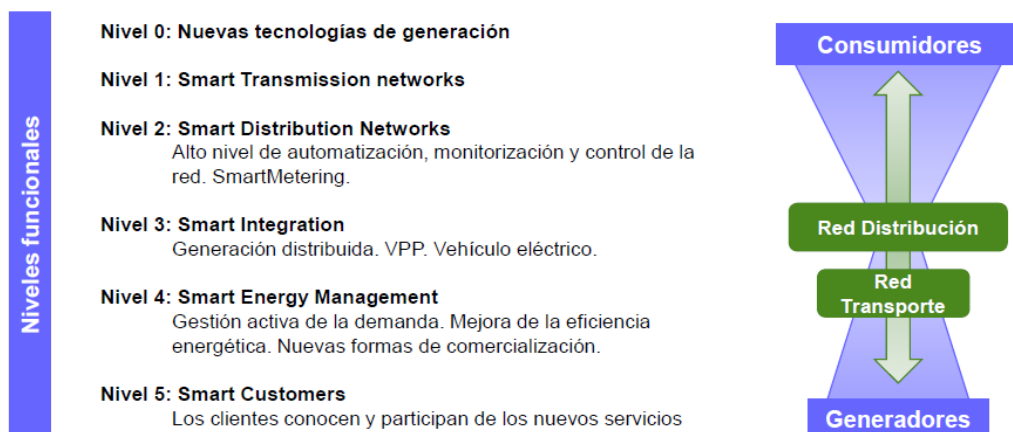
El diagnóstico es claro y la solución no pasa sólo por aumentar las infraestructuras, sino por un uso mucho más eficiente de éstas. Por ello, la ciudad de Madrid deberá apoyar firmemente las nuevas tecnologías capaces de mejorar la eficiencia energética y hacer que, en general, los sistemas de transporte sean más inteligentes o que los edificios consuman menos recursos de energía, por ejemplo. Y por ello, las tecnologías de la información y comunicación (TIC) son la piedra angular para una ciudad del futuro, basada en una economía de alta eficiencia energética y bajos índices de emisiones de carbono. Las emisiones de CO₂ derivadas de las TIC supondrán un 2,8% del total de emisiones globales para el 2020. Estas mismas TIC ayudarán a evitar un 15% de las emisiones globales procedentes de otra gran parte de la industria. Un balance extremadamente positivo a favor de las TIC.

Al igual que las comunicaciones, las redes eléctricas son la columna vertebral de la ciudad del futuro que permite que otras tecnologías pertenecientes a sectores como la energía y la movilidad se integren correctamente en el concepto de ciudad inteligente. Como por ejemplo:

- Tecnologías renovables de generación distribuida (solar fotovoltaica, térmica, mini eólica, geotérmica).
- Almacenamiento de energía (baterías eléctricas, hidrógeno).
- Vehículos eléctricos e infraestructuras de recarga.
- Centrales eléctricas virtuales.
- Contadores inteligentes (consumo de electricidad, gas y agua).
- Elementos de eficiencia energética que permitan la gestión de la demanda y la reducción del consumo.

Las diferentes tecnologías, se irán incorporando a las ciudades inteligentes, por lo que las redes eléctricas se irán introduciendo en varias etapas o niveles funcionales.

Niveles funcionales clasificados según la dificultad de implantación y el número de agentes involucrados.



Fuente: energiaysociedad.es

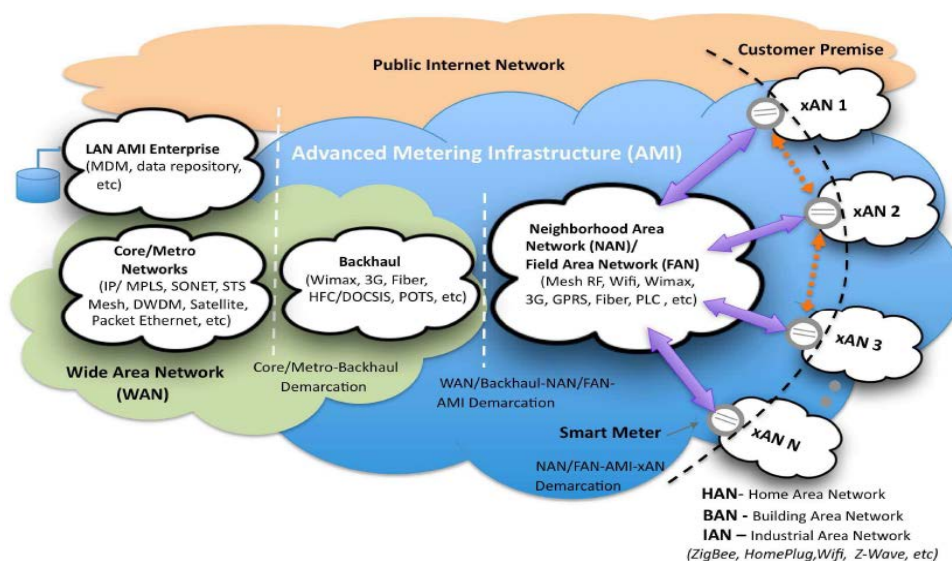
Las redes inteligentes son la evolución de las redes eléctricas hacia la eficiencia energética y la sostenibilidad, y suponen dotar de inteligencia a las redes de distribución eléctrica que disponemos en la actualidad para permitir un mejor aprovechamiento y una mayor eficiencia en la distribución de la energía eléctrica, evitando los efectos negativos de cambios en el consumo o deficiencias en la generación.

Este tipo de redes tienen un enorme potencial de ahorro y pueden tener un papel esencial para alcanzar los propósitos que tiene Madrid en el tema ambiental, que pretenden reducir el consumo de energía en un 20%, reducir las emisiones de CO₂ en un 20% e incrementar en otro 20% la contribución de las energías renovables al consumo para el 2020.

11.5.2.1 CONTADORES INTELIGENTES (Smart Metering)

Este servicio de contadores inteligentes da la oportunidad a las empresas proveedoras de servicios básicos (agua, energía eléctrica y gas natural principalmente) de poner solución al problema de tener que hacer mediciones manuales periódicas a sus clientes. Debido a las diferentes variables implicadas, el proceso de medición y facturación es un problema complejo y costoso, desde el punto de vista computacional y económico.

Arquitectura de la red de comunicaciones



Fuente: Sonoma Innovation, Smart Grid Communications Architectural Framework

Los Smart Metering, los contadores inteligentes, es un sistema que aporta una solución realmente útil para optimizar los procesos que ejecutan las empresas de servicios públicos, con la finalidad de brindar nuevos servicios y aplicaciones a sus clientes. El sistema de medición inteligente soporta el intercambio de información entre el cliente y la empresa de servicios, sin embargo no dispone de ningún nivel de control dentro del hogar a pesar de disponer de valiosa información en tiempo real a nivel del cliente.

La infraestructura de medición avanzada (AMI, Advanced Metering Infrastructure) se basa en el despliegue de nuevas redes de comunicaciones y sistemas de bases de datos, que proporcionará beneficios importantes tanto a las compañías eléctricas como a los consumidores. Consiste en un sistema de comunicación bidireccional que involucra medidores inteligentes y otros dispositivos de gestión de la energía. Esto permite a las empresas responder más rápidamente a los posibles problemas, los servicios de conexión y desconexión, y comunicar los datos en tiempo real. Permitirá a los usuarios emplear la electricidad de forma más eficiente y, al mismo tiempo, proporcionará a las compañías la capacidad detectar problemas en sus sistemas y gestionar la demanda, con el fin de operar más eficientemente.

Al proporcionar información casi en tiempo real a los consumidores, el sistema propiciará un cambio en el modelo de consumo de energía, bien en respuesta a variaciones instantáneas en el precio, bien debido a incentivos diseñados para promover un menor consumo en horas punta o bien a causa de problemas de fiabilidad transitorios de la red. Los datos llegarán hasta los contadores, termostatos, y demás electrodomésticos responsables de la mayor parte del consumo de energía en una vivienda que adaptará su

patrón de funcionamiento en función de una planificación previamente diseñada por el usuario o por la propia compañía.

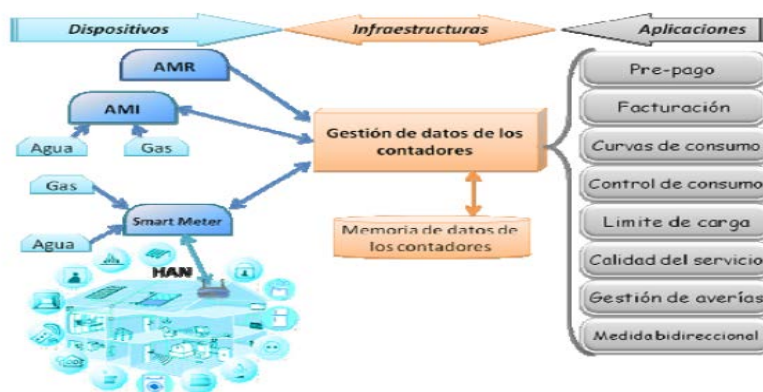
Además, las propias compañías podrán enviar a los usuarios señales de precios a termostatos y electrodomésticos inteligentes para alertar sobre próximos periodos de subida de precios (hora pico). Una opción es que el mismo consumidor determine la respuesta y la acción a tomar, que dispositivos inteligentes pueden disminuir el uso de los electrométricos hasta que el periodo de alto costo haya terminado, o cambien el uso automáticamente y lo mueva a periodos de menor costo.

Una **HAN** (*Home Area Network*) es una red de comunicaciones de corto alcance que conecta electrodomésticos y otros dispositivos en el entorno de una vivienda o edificio. Al combinar las HAN con la AMI, los consumidores podrán monitorizar su uso de energía, a través de pantallas instaladas en sus domicilios, mientras que las compañías se garantizan un acceso directo a las cargas, lo que les permitirá gestionar de forma eficiente la demanda. Existen también las **BAN** (*Building Area Network*) y las **IAN** (*Industrial Area Network*).

Un elemento importante en la infraestructura AMI es el **AMR** (*Automatic Meter Reading*). Permite medir solamente energía acumulada, registran la medida total mensual o por intervalos de tiempo predefinidos. Contempla comunicación bidireccional básica entre el medidor y el servidor de datos. Para alcanzar el pleno potencial de Smart Grid, la red de comunicaciones debe ser compatible con los protocolos de comunicación. Por lo tanto el mayor desafío está en extender el protocolo IP en todos los segmentos de Smart Grid, incluidas las redes de AMI y sus dispositivos finales.

El AMR, básicamente lo que permite es la operación de tele-medición lo cual constituye la toma de lecturas de manera remota de los consumos para fines de facturación y también se posibilita el análisis de los consumos en tiempo real. La información recolectada es enviada a través de un sistema de telecomunicación hacia la empresa de servicios para su posterior gestión.

Estructura general de tele-medida. Dispositivos y aplicaciones en la red



Fuente: Concepto de Smart Metering. Francisco Casellas.

Junto con el medidor inteligente está el **concentrador de datos**, que es un equipo de mayor capacidad de almacenamiento de información y se encarga de recolectar los datos de una determinada cantidad de medidores, para luego transmitir esta información sobre la red de comunicación hacia la empresa de servicios. Típicamente los medidores se comunican con los concentradores vía radio frecuencia o mediante la tecnología PLC (Power Line Communication). La recolección de los datos se hace de forma programada, en intervalos de tiempo determinados.

Ubicación de concentrador de datos



Fuente: Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A.

El medidor inteligente es el equipo que realiza la medición, registro y almacenamiento de la información de consumo de energía, verifica el estado del suministro del servicio, adicionalmente registra eventos y datos de parámetros eléctricos; toda esta información es transmitida en tiempo real hacia concentradores y luego al centro de la empresa de servicios, con la finalidad de realizar un análisis que permita optimizar procesos. Con este servicio lo que se pretende es evitar la estimación en la facturación en los contadores electromecánicos tradicionales y que refleje una facturación incorrecta, logrando un consumo exacto y una facturación justa y detallada en sus mediciones, facturando las cantidades de energía consumidas.

El despliegue de este servicio permite al usuario establecer sus políticas correspondientes de consumo, ahorro o producción de energía con objeto de minimizar el impacto ambiental, el usuario sabe en todo momento lo que lleva consumido, y económico por la utilización de energía. El usuario con sus decisiones se transforma en parte del sistema gestor de la red.

En la vertiente al proveedor de energía, le permite realizar de forma más eficiente su trabajo, como es controlar la calidad del servicio, y proporcionar nuevos servicios al usuario, como son las tarifas personalizadas.



El escenario futuro, de acuerdo con la tendencia actual, apunta a una generación y un consumo de energía cada vez más distribuidos que exigen resolver nuevos problemas de eficiencia, seguridad y gestión de la red. En concreto, los requerimientos de los sistemas de monitorización, supervisión y control de la calidad del servicio, se harán necesarios frente a la gran demanda de la energía que se avecina en los próximos años unido a unos usuarios que invierten su rol activo y que serán mucho más exigentes.

La estructura *Smart Grid* exige la lectura de datos en tiempo real para aspectos a nivel de sistema como la gestión de recursos y su supervisión, además de aspectos a nivel de usuarios como la facturación automática o el control del consumo energético, que son, entre otros, algunos de los nuevos servicios y aplicaciones que requiere la generación distribuida y el consumo sostenible.

Este tipo de sistemas permiten manejar nuestro entorno de manera automatizada y recolectar datos automáticamente y que además se encuadran en iniciativas como las Smart Cities.

11.5.2.2. GESTIÓN INTELIGENTE DEL ALUMBRADO PÚBLICO

La ciudad de Madrid posee servicios que hacen la vida de los ciudadanos más fácil y cómoda. Pero la ciudad del futuro ha de ser inteligente e integrar todos esos servicios, convirtiéndose en una ciudad sostenible que transforma la información en conocimiento, una ciudad que respeta el medio ambiente que es económicamente viable y que incrementa el bienestar de la sociedad.

La ciudad actual que tenemos evoluciona y cada día impone mayores exigencias a nivel medioambiental, económico y social. La Administración Local tiene la responsabilidad de trabajar a nivel colectivo para responder a esa demanda social y buscar soluciones que contribuyan al ahorro de energía y al aumento de la seguridad de

los ciudadanos, contribuyendo al mismo tiempo a cuidar del medioambiente. En este contexto, la modernización del alumbrado público, tanto en vías de comunicación como en zonas residenciales se plantea como una oportunidad viable de alcanzar esos objetivos.

Para ello se necesita en el alumbrado público un nuevo enfoque que permita su adaptabilidad. La iluminación durante las 24 horas del día debe ser dinámica y adaptable a las condiciones meteorológicas como el nivel de luminosidad, la lluvia, la niebla... además de otros factores como pueden ser la densidad del tráfico o el volumen de personas que circulan en cada momento.

La ingeniería dedica tiempo y tecnología con el objetivo de obtener una mejor eficiencia energética, consiguiendo un alumbrado público inteligente, una nueva concepción tecnológica para controlar el alumbrado público de una manera adaptable. Este sistema permite conocer el estado y controlar la instalación en todo momento, por lo que puede mejorar la eficiencia en los servicios de mantenimiento al detectar posibles fallos o incluso anticiparse a los mismos, controlando el tiempo de vida de las luminarias entre otros aspectos.

Los beneficios que ofrece un sistema de alumbrado inteligente se puede analizar desde su contribución a la sostenibilidad, al ahorro y a la seguridad y pueden ser condensados en un único concepto: EFICIENCIA.

En lo referente a la sostenibilidad, el sistema contribuye tanto a la reducción de emisiones de CO₂ como a la disminución de la contaminación lumínica. Además, puede contribuir a reforzar la imagen ecológica de la ciudad lo que puede contribuir a atraer determinado tipo de inversiones, empresas y nuevos habitantes.

La mayor durabilidad del sistema y el aumento de la vida de las luminarias generan un ahorro que además es reforzado por la reducción del consumo de energía debida a la reducción óptima y eficiente del sistema. También hay un indudable ahorro en costes de mantenimiento gracias a la visualización permanente del estado de la instalación.

En cuanto a la seguridad, existe la posibilidad de la televigilancia para evitar el robo de cualquier elemento, como puede ser el cable de cobre, y es posible la detección y diagnóstico preventivo de fallos. Cabe destacar también, la posibilidad de aumentar los niveles de luminosidad según la densidad del tráfico.

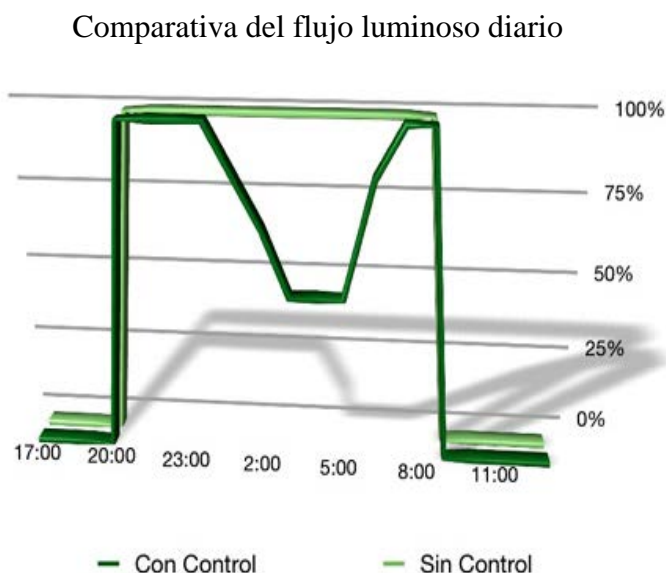
Un sistema de control de alumbrado exterior puede ahorrar entre un 40% y un 70% de energía.

Ahorro energético:

- Control punto a punto permite racionalizar el encendido de cada luminaria.
- Regulación del nivel de luminosidad independiente en cada punto.

- Reducción de las emisiones de CO2.
- Mejorar el nivel de contaminación lumínica con el control punto a punto.

La siguiente gráfica muestra la comparativa de la gestión del alumbrado inteligente y el ahorro que conlleva.



Fuente: masespacio.eu

En conclusión, la eficiencia se puede apreciar desde los siguientes aspectos:

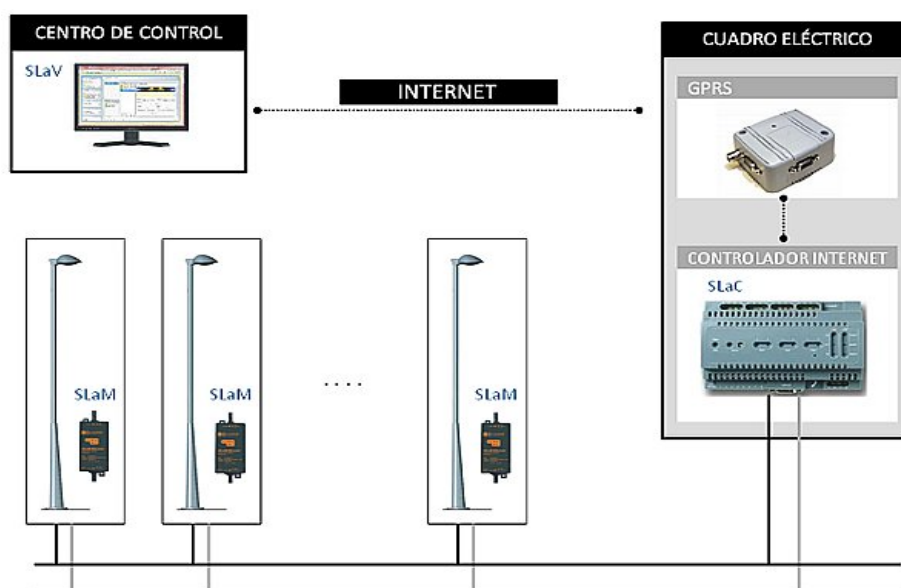
- Mayor ahorro energético. Eficiencia en el gasto.
- Mayor anticipación a fallos. Eficiencia en el servicio.
- Mayor vigilancia de la instalación de alumbrado frente a robos. Eficiencia en la seguridad.

Los servicios se integran a través de la telegestión punto a punto del alumbrado público, mediante una conexión a internet y un software de tecnología estándar y abierta, que controla de forma independiente y remota cada punto de luz, así la gestión es más eficiente, económica y ecológica, aporta más conocimiento a la ciudad. Uno de los beneficios más importante es la capacidad de controlar la intensidad de la luz en cada luminaria según la necesidad, como por ejemplo, un paso de cebra, o ciertas zonas de la ciudad.

Para conseguirlo se aprovecha la infraestructura actual, se instala sin obra ni extensión de líneas un controlador al cuadro eléctrico que permite dotar de tensión

durante 24 horas la red eléctrica. El nodo de la telegestión puesto en cada luminaria hace independiente cada punto de luz, esta instalación puede hacerse gradualmente y permite ir escalando nuevos servicios, sensores ambientales, detectores de presencia que regula la intensidad lumínica para ahorrar energía, controladores de gestión del consumo energético, estaciones de recarga de vehículos eléctricos, paneles luminosos e informativos y publicitarios, comunicaciones Wi-Fi, cámaras en la vía pública, todo ello sin introducir nuevas líneas de tensión.

Arquitectura de telegestión del alumbrado publico



Fuente: multilamp.es

El controlador del cuadro eléctrico tiene la capacidad de comunicarse con el centro de supervisión a través de Ethernet, WiMax, GPRS, 3G. Además de tener la funcionalidad de controlar la comunicación con la red de alumbrado público, configuración horaria del encendido y apagado, almacenamiento diario del estado de los equipos, entre otras cosas. En cambio la supervisión o centro de control mantendrá acciones como la recepción de toda la información de alarmas y estado de las luminarias, configuración de horarios para la gestión inteligente de los niveles de iluminación y un control independiente de los circuitos de iluminación de cada luminaria.

El sistema utiliza un mecanismo de transmisión de datos que aprovecha el cable de la red eléctrica existente en la instalación, que le permite comunicar los elementos de control del cuadro eléctrico con las luminarias de cada circuito. Permite soluciones para el control de la iluminación exterior y alumbrado público. Desde sistemas básicos de encendido y apagado selectivo de luminarias, hasta complejas soluciones que permiten

regular el nivel de luminosidad de cada farola de forma independiente, y optimizar al máximo las necesidades más exigentes de ahorro energético.

Hace que el alumbrado público sea inteligente y sostenible, reduce costes, consumos, emisiones y mejora el servicio al ciudadano

11.5.2.3. RECOGIDA INTELIGENTE DE RESIDUOS

Los residuos constituyen un desafío medioambiental, social y económico para los ciudadanos. Para algunos los residuos evocan imágenes negativas: bolsas de basura, desperdicios y vertederos de residuos tóxicos. Para otros, sin embargo, constituyen una oportunidad de gestionar los residuos de una forma ecológica, ha generado puestos de trabajo y posibilidades de negocio. Los sectores de la gestión de residuos y reciclado arrojan un alto nivel de conocimiento y una facturación estimada de más de 100.000 millones de euros. El sector del reciclado proporciona cada vez más recursos a la industria manufacturera, al menos un 50% del papel y el acero, un 43% del vidrio y un 40% de los metales no ferrosos proceden hoy día de materiales reciclados.

La población de la ciudad de Madrid va creciendo con el paso de los años por lo que según estudios del **INE** (*Instituto Nacional de Estadística*), se encuentra con la tasa más alta de generación de residuos, la cual se encuentra alrededor de un kilo y medio de residuos por habitante y día, aproximadamente un total de 459 kilos al año por persona, cuando somos más de cinco millones de habitantes. Debe proponerse un objetivo de tratar los residuos, reciclándola y reutilizándola antes de que acabe en el vertedero.

En los últimos 30 años los residuos han pasado a ser el centro de la política medioambiental, y se han conseguido importantes adelantos: se están limpiando vertederos e incineradoras muy contaminantes, se están desarrollando nuevas técnicas para el tratamiento de residuos peligrosos, etc.

Los sistemas de recogida actualmente implantados aunque han evolucionado en los últimos años, la mayoría sigue siguiendo los mismos métodos que hace 30 años. Algunos sistemas evolucionados, han conseguido cambiar el emplazamiento para los contenedores hacia lugares que puedan estar menos visibles o ser menos molestos, teniendo de esta manera nuevos sistemas de almacenamiento soterrados, o con contenedores diseñados para no desentonar con la estética común de las calles, que no dejan escapar olores o que no dejan ver la basura que contienen. En cualquier caso, en algunas zonas esto se hace caro y en ocasiones imposibles por la configuración de los propios centros de las ciudades.

Además, en el caso de la basura orgánica, debe ser recogida diariamente, debido a motivos de salubridad e higiene. Para el resto de los residuos no orgánicos aunque se ha mejorado, se siguen utilizando en su mayoría los sistemas tradicionales. Estos residuos no

son tan propensos a emitir olores o a generar situaciones peligrosas para la salud humana y que por tanto no necesitan una recogida tan cíclica como los desechos orgánicos.

Estos sistemas convencionales de la recogida de basura hacen que el presupuesto es este campo se dispare y que actualmente represente un alto porcentaje de los gastos de un Ayuntamiento.

Por este motivo, el de ahorrar costes en este sector, esta la empresa Wellness Telecom con su proyecto **e-Garbage**. Hace hincapié en lo necesario que es el reciclaje de basuras, no solo como medida para evitar la degradación del planeta sino también como medida para evitar los usos unitarios de determinados productos, con los que al volver a usarlos podemos evitar gastos, por lo que se puede decir que el reciclaje es una medida económica. Aun así, el motivo principal para el reciclaje debe ser el civismo y la conciencia de que al ritmo de generación de basuras los problemas medioambientales se conviertan cada vez en problemas más graves y eso, repercutirá en la calidad de vida de las ciudades.

Las empresas de tecnologías de la información y comunicación (TIC) siguen innovando en cuestiones que quedan muy lejos de la rutina de un ciudadano de a pie que no consigue ver traducidos en avances estos progresos en mejoras en su bienestar diario o en su calidad de vida. Pero estas tecnologías siguen contribuyendo diariamente hacia las personas sin que estas se den cuenta.

Este sistema de gestión inteligente de los residuos tiene un doble objetivo, social y medioambiental. Por un lado pretende mejorar la calidad de vida de todas las personas que viven en las ciudades y que encuentran problemas al circular ante la presencia de camiones de basura y contaminación acústica que provocan durante la noche. Por otro lado pretende mejorar la eficiencia del sistema de recogidas, acudiendo solo cuando sea necesario, a través de rutas optimizadas que evitan el derroche de tiempo y combustibles. Se marcan unos objetivos muy claros para reducir el tiempo que estos camiones están en las vías públicas consiguiendo una mayor eficiencia del tiempo que estos vehículos funcionan y reduciendo así la contaminación que estos camiones lanzan al medio además de la contaminación acústica que aportan a la ciudad. Su objetivo, es diseñar una plataforma de gestión eficiente del sistema de recogida de basuras que permita informar de la necesidad de recogida de los distintos puntos de la ciudad, diseñar cada día rutas óptimas y eficientes que unan los puntos de recogida, que cambien dinámicamente según las necesidades de cada día, con ello optimizar el uso de camiones y recursos en el ahorro que ello implica.

Los objetivos del sistema son:

- Analizar y desarrollar un sistema que permita detectar y generar alarmas ante la necesidad de recogida de residuos en un punto dado.

- Analizar y desarrollar un sistema de localización que permita mostrar las rutas más eficientes, a partir de una serie de puntos de parada que en todo momento están localizados.

Esta medida intenta fomentar un desarrollo más sostenible y un recorte de la contaminación que actualmente se lanza a la atmósfera. Este proyecto necesita de la participación del ciudadano para que consiga los objetivos que se ha marcado, para que sea más cercano y más sencillo de utilizar por estos mismos.

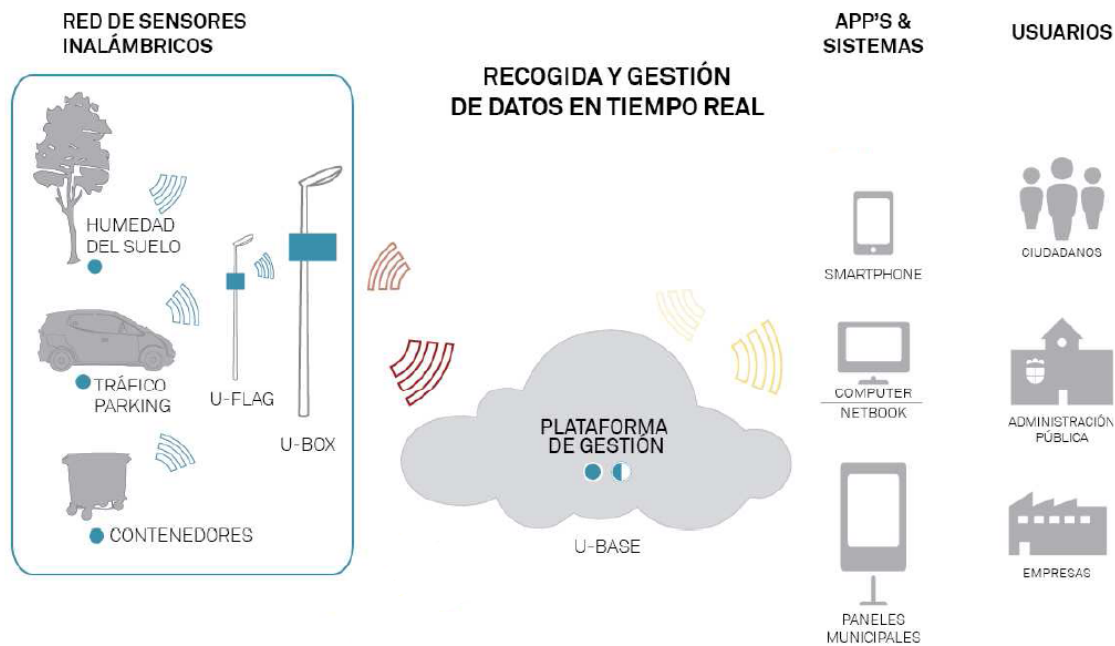
Recogida inteligente de residuos



Fuente: Wellness Telecom

Este proyecto se basa prácticamente en dos tecnologías fundamentales. Por un lado los sensores y la conexión entre ellos para la detección del llenado de los contenedores, y por otro lado el sistema de gestión de las rutas.

Las redes inalámbricas de sensores hacen referencia a un plano más específico, a la forma de interconexión de los sensores entre sí. Está en pleno desarrollo por lo que se está haciendo un hueco en aplicaciones funcionales dentro de la ciudad o en la naturaleza. Estos sensores deben estar equipados con una antena para poder enviar las señales y una pequeña batería.



Fuente: Urbiotica

La investigación reside en estudiar primero los parámetros, los sensores a utilizar para determinar esos parámetros, el posicionamiento de los sensores para determinar de manera óptima y fiable el llenado de los contenedores, la interconexión entre los mismos sensores.

El sistema se basa en un plataforma de conexión para conectar a los camiones de recogida de la basura con el sistema de emergencia de la ciudad para hacer más eficiente esta recogida, ya que son estos los sistemas de emergencia, los que podran tener toda la información en tiempo real de lo que está pasando en la ciudad, para así poder calcular la ruta más apropiada y óptima, según las necesidades del momento y antes de que los camiones de basura inicien su recorrido.

El sistema de sensores con los que estan equipados los contenedores controlan además de su posicionamiento el grado de carga que tienen para saber si deben ser recogidos o es conveniente aplazar su recogida. Estas dos funcionalidades principales se recogen con la aplicación software del propio diseño que permitirá la interconexión de todos los sensores desarrollando una red inalámbrica de sensores.



Fuente: Wellness Telecom

Uno de los aspectos importantes de esta aplicación es el poder equipar a los camiones de las últimas tecnologías para poder tomar mejores decisiones en la ruta desde el punto de vista de la eficiencia con la finalidad de reducir el número de camiones que suelen ocasionar problemas tanto en la circulación como de logística. Este módulo permitirá el cálculo de rutas óptimas en función de los puntos intermedios de paradas obligatorias que debe incluir en la ruta. La elección de la ruta, recibida por GPS, depende de varios factores como el camino más corto, número de camiones de recogida y zonas, posibles incidencias en las calles, etc. Para conseguirlo, este sistema estará conectado con los sistemas de emergencia local para poder añadir a los criterios de decisión las posibles calles que estén bloqueadas, entre otras cosas.

11.5.3. Edificación

En Madrid, se pierde al año cerca de 30.000 millones de euros en costes energéticos por ineficiencia en la gestión de los edificios. Hay múltiples soluciones que abarcan la visualización y control energético y medioambiental, ayudan a optimizar los consumos en edificios como, centros de datos, fábricas, hospitales, etc. realizan en las ciudades. Se logra reducir las emisiones y los consumos de energía, además de potenciar el compromiso de los residentes en este ámbito. Una de las soluciones es conectar los edificios con las redes eléctricas de forma bidireccional, creando una red eléctrica inteligente.

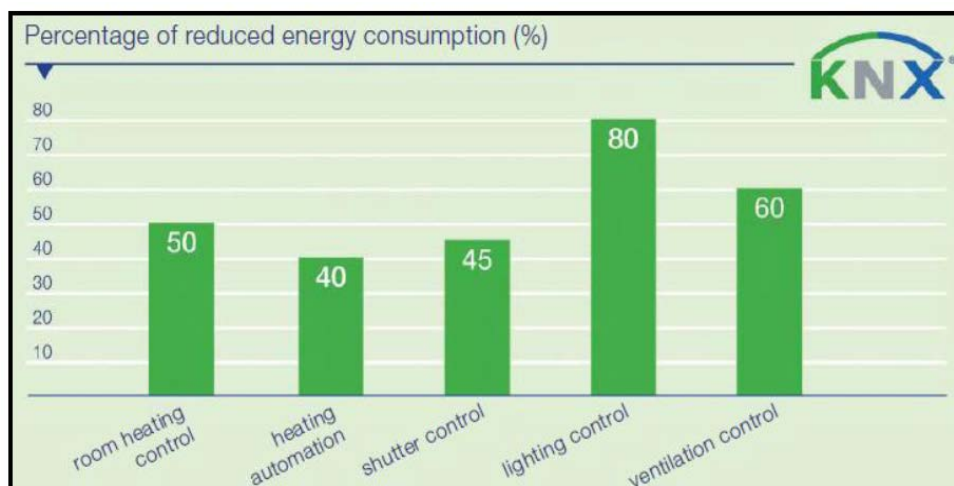
La tecnología es el elemento clave para hacer de la ciudad un organismo autónomo e inteligente más eficiente en relación al diseño de sus políticas de sostenibilidad. En la actualidad, los edificios de Madrid consumen aproximadamente el 40% del consumo global de energía y la eficiencia energética de los edificios se ha convertido en un área de investigación en auge por parte de la industria y gobiernos municipales. Los elementos clave que hacen posible que un edificio sea inteligente son la energía, las tecnologías de la información o los sistemas de seguridad. Cabe la posibilidad de instalar cuadros de mandos para la medición del consumo de energía y las emisiones de carbono, tanto en hogares como en edificios públicos. Este sistema de control se traduce en una reducción de las facturas de hasta el 30% y la adopción de un comportamiento por parte del usuario más sostenible y responsable con los recursos. La tecnología ayuda a ver, medir y gestionar la energía y su uso por medio de la integración de múltiples sistemas. Se trata de una solución altamente compatible ya que utiliza estándares abiertos, y que contribuye a la reducción de costes mediante la integración de procesos e infraestructuras.

El término de edificios inteligentes describe un conjunto de tecnologías para hacer su diseño, construcción y funcionamiento sean más eficientes e inteligentes, y que se aplica tanto a las construcciones existentes como a las nuevas. Este conjunto incluiría sistemas de gestión de edificios (**SGE** o inmótica) que manejarían los sistemas de calefacción y refrigeración según las necesidades de los ocupantes o mediante software que desconectaría todos los ordenadores personales después de que todo el mundo se haya ido a casa.

En las siguientes figuras se muestran la capacidad de reducción en el consumo de energía que se podría conseguir si se implantaran técnicas inteligentes en varias instalaciones de las viviendas y edificios inteligentes.



Fuente: Leadership in Environmental and Energy Design (LEED®) certified



Fuente: Smart Home and Intelligent Building Control Energy Efficiency in Buildings with ABB i-bus. KNX

Las emisiones globales de los edificios de Madrid representan el 8% de las emisiones totales en 2002 (3,36 GtCO₂e). En estos datos se excluye la energía utilizada para el funcionamiento de los edificios. Si se tuviera en cuenta, el sector emitiría 11,7 GtCO₂e en 2020. Las TIC y los SGE ofrecen una mayor oportunidad para reducir las emisiones de este sector un 15% en 2020. En concreto, un estudio sobre los edificios indica que mejorar el diseño, la gestión y la automatización de los edificios puede reducir sus emisiones en un 15%. Desde un punto de vista de la construcción de edificios inteligentes puede permitir ahorrar 1,68 GtCO₂e de emisiones, lo que equivale a 216.000 millones de euros.

Si nos fijamos en la intensidad energética de las viviendas, Madrid se sitúa como la ciudad con un mayor consumo energético, con un consumo de entre un 35% y 40% mayor que el consumo medio de energía de una vivienda con respecto a otras ciudades.

Las tecnologías de la Información y la comunicación (TIC) juegan un papel muy importante en el aumento de la eficiencia energética; es decir, en la reducción de las emisiones y en contribuir al crecimiento sostenible. Las TIC no solo mejoran la eficiencia energética y ayudan a combatir el cambio climático a la vez de crear nuevas oportunidades de negocio.

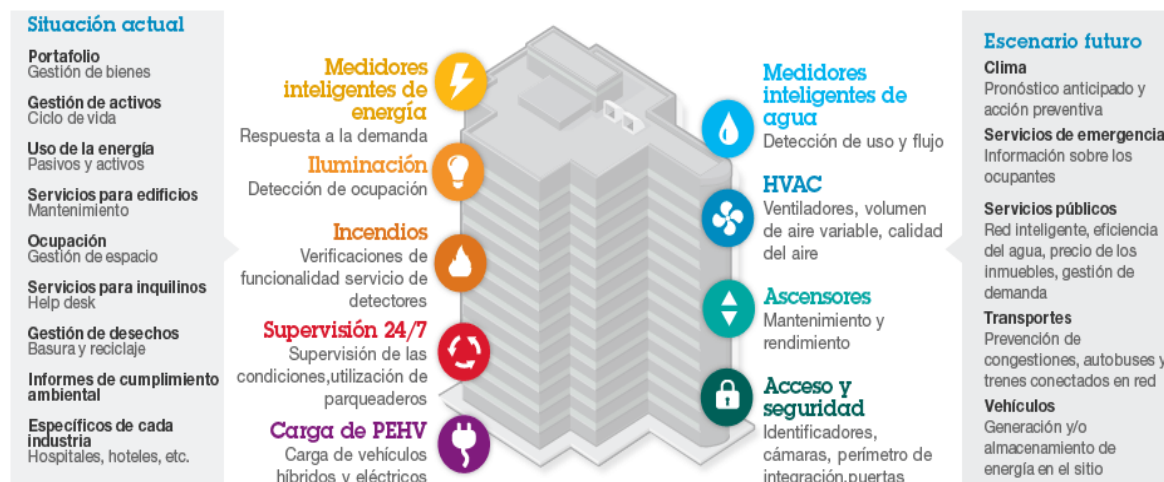
Según estudios sobre la ciudad de Madrid en el área de edificios, más del 40% del consumo de energía se debe a la calefacción y la iluminación de los edificios. Por otra parte, los edificios son la mayor fuente de emisiones de CO₂ y el consumo total de energía ha ido aumentando en los últimos años. La mayor parte del consumo de energía se debe a la calefacción y al agua, pero la proporción de consumo de la iluminación y aparatos está creciendo con el tiempo.

Los edificios pueden ser considerados como sistemas de energía intensiva a través de su ciclo de vida, ya que representan el 85% del consumo total. Teniendo en cuenta los objetivos que tiene el Ayuntamiento de Madrid para el 2020 en materia energética, es un hito muy importante el poder reducir el consumo de energía en los edificios de cara a los retos identificados en el Plan Europeo de la Energía.

El desarrollo de los edificios inteligentes se basa en los siguientes puntos:

- Objetos inteligentes, como por ejemplo los sensores.
- Dispositivos por control remoto.
- Comunicaciones que favorezcan la transmisión de la información entre los dispositivos y los equipos.
- Interfaces interactivas que permitan al usuario el poder interactuar con mayor facilidad con las máquinas y su uso más fácil.
- Sistemas inteligentes de gestión de edificios.
- Sistemas inteligentes de control energético de edificios.
- Eficiencia económica basada en el ahorro de energía.

Funciones del sistema de gestión de edificios.



Fuente: IBM

Dentro de la visión de ciudades inteligentes conectadas, cabe la posibilidad de interconectar y habilitar los distintos sistemas de gestión de edificios inteligentes, como la calefacción, ventilación, aire acondicionado, iluminación, sistemas eléctricos, seguridad y energías renovables en la red IP para crear edificios inteligentes y energéticamente eficaces en el futuro. De esta forma, los trabajadores y los propietarios de esos edificios dispondrán de nuevos métodos para gestionar el consumo energético, de acuerdo a las políticas de sostenibilidad de cada compañía. Con todo esto los directores de operaciones de los edificios podrán fácilmente supervisar, medir y actuar sobre los sistemas energéticos, mientras se agregan tecnologías renovables, tales como la solar, la eólica y las celdas de combustibles, además de programas de eficiencia energética, como los de demanda-respuesta automatizada para reducir gastos operativos.

El objetivo es el dar a conocer la creciente importancia de este tipo de construcciones que necesita Madrid, contribuye en la mejora de la calidad de vida de las grandes urbes debido a su construcción sostenible que integra factores arquitectónicos, económicos, tecnológicos y medioambientales, como también son claves el diseño arquitectónico lógico, la importancia de las TIC, la domótica en la construcción moderna y sobre todo el respeto bioclimático.

Existen varios organismos que expiden certificaciones o calificaciones para edificios verdes para una zona geográfica determinada, ajustándose así a las peculiaridades sociales y climatológicas de cada área. Su objetivo es promocionar la sostenibilidad en la industria de la construcción e incrementar la consciencia medioambiental entre los diseñadores y constructores, y reducir el impacto medioambiental negativo y el consumo energético.

LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*) es un programa de certificación voluntaria desarrollado por el *Green Building Council de Estados Unidos (USGBC)* que se puede aplicar tanto a edificios comerciales como residenciales. Representa un punto de referencia entre el diseño, la construcción y la operación eficiente de la energía. Es el más extendido a nivel internacional.

El **Alvento Business Park** situado en Madrid fue el primer edificio en Europa que obtuvo la certificación LEED plata en 2005. Se trata de dos edificios de 32.980,5 m² distribuidos en siete plantas de oficinas comerciales.

Se han creado varios esquemas para establecer y promover los mejores estándares en eficiencia. Aunque estas iniciativas sirven de guía a arquitectos, diseñadores y constructores en la busca del edificio “verde”, hasta que ésta corriente no se convierta en la tendencia dominante con estándares obligatorios y regulaciones para edificios inteligentes, no se apreciará todo el impacto positivo de las TIC en la edificación. Además, dado que los edificios son centros importantes de consumo de electricidad, existe una propuesta importante para relacionarlos con las iniciativas de redes de suministro eléctrico inteligente.

El consumo energético en los edificios está controlado por dos factores, la intensidad energética y el área superficial. El control basado en TIC, la retroalimentación y las herramientas de optimización pueden usarse para reducir ambas en cada etapa del ciclo de vida de un edificio, desde el diseño y la construcción hasta el uso y la demolición.

Pero, a pesar del papel probado de las TIC en la mejora de la eficiencia energética de los edificios, las emisiones siguen aumentando. Aquellos que están involucrados en el diseño, la construcción y el uso de edificios parecen encontrar barreras para adoptar la tecnología y el desarrollar por completo las oportunidades de reducción.

Existen varias barreras para la adopción de las tecnologías y el completo desarrollo de las posibilidades de ahorro en las emisiones. Entre ellas:

- Falta de incentivos para una inversión en la tecnología de edificios inteligentes, de los que no se podrán beneficiar los arquitectos, los constructores ni los propietarios.
- Razón empresarial poco clara para la inversión en la eficiencia energética: el consumo de la energía es una pequeña parte de la estructura de costes de un edificio, aunque los costes de automatización del edificio pueden ser elevados y los periodos de amortización pueden ser largos.
- Lentitud del sector de la construcción a la hora de adoptar nuevas tecnologías, de a 20 a 25 años para las casas residenciales y de 15 años para los edificios comerciales.

- Falta de técnicos preparados para manipular los complejos SGE.
- El diseño y la construcción únicos para cada edificio dificultan la aplicación de los estándares comunes para la eficiencia y las operaciones.
- Las tecnologías interoperables están disponibles, pero no están desplegadas de manera uniforme. Los expertos coinciden en que un estándar abierto debería ser la forma más eficaz de proporcionar más innovación.
- La falta de incentivos para las compañías energéticas para vender menos energía y para potenciar la eficiencia entre los clientes.

La tecnología de los edificios inteligentes podrían reducir potencialmente las emisiones en 1,68 GtCO₂e, un valor de 187.000 millones de euros gracias al ahorro energético y 29.000 millones de euros en costes de carbono.

Las TIC pueden hacerse con ese valor. Sin embargo, para que se materialice esta oportunidad, se requieren unos estándares mínimos de eficiencia energética en los edificios existentes y de nueva construcción.

11.5.3.1. SISTEMA DE GESTIÓN DE EDIFICIOS E INMÓTICA

Estas aplicaciones tratan de gestionar de manera eficiente la calefacción, la ventilación, el aire acondicionado, la iluminación, los ascensores, la gestión del agua, la energía y la refrigeración del equipamiento tecnológico de los edificios. Modernizando estos elementos se consigue un gran ahorro en el consumo de energía y de emisiones de CO₂.

El asombroso avance de la electrónica y la informática ha permitido desarrollar el concepto de Edificios Inteligentes. Dicho término califica así a los inmuebles que disponen de un mecanismo capaz de interconectar los diferentes sistemas automatizados existentes y garantizar el funcionamiento de estos de acuerdo con las necesidades reales de energía, iluminación y otros parámetros.

Los sistemas que incorporan estos edificios permiten controlar los servicios de las zonas comunes del edificio, permitiendo un gasto menor. Su implementación le facilita el ahorro energético, además de aumentar el confort y la seguridad de las personas que trabajan.

Los sistemas de gestión de edificios se impulsan cada vez más con el fin de mejorar la eficiencia energética y alcanzar una mayor calidad en la prestación de los servicios. De hecho, los objetivos básicos de la automatización de edificios están dirigidos al ahorro energético, añadiéndole los sistemas de confort, seguridad y

protección para el cliente, además de humanizar el trabajo del personal, prolongar la vida útil de los equipos y aumentar la eficacia y la eficiencia en la toma de decisiones.

La proliferación sin precedentes de sistemas de control y sensores inteligentes desde la última década puede detectar y percibir diversas condiciones y emitir alertas o respuestas de varios sistemas dispares. Estos datos pueden proporcionar una perspectiva para la gestión y el procesamiento de cada uno de esos sistemas.

Para tener una idea de cuanto se puede ahorrar por la vía de la automatización, basta decir que un aparato de aire acondicionado que funcione con temperatura de solo un grado Celsius por debajo de lo necesario, eleva de manera adicional el gasto de energía de un 8% a un 10%.

De hecho, en un edificio, la optimización del coste energético es el primer beneficio dentro del ahorro de los costes variables. Como por ejemplo, una inversión moderada para la automatización de un edificio, proporciona información adecuada del espectro y consumo energético, permitiendo un ahorro de hasta un 20% en la factura eléctrica.

Aunque la automatización de edificios demanda una inversión adicional, los resultados han demostrado que tales gastos se amortizan en plazos muy cortos y al final se revierten en incuestionables beneficios económicos, con disminuciones significativas en el consumo anual de energía.

La automatización del edificio se basa en el desarrollo de un sistema para supervisar a distancia y en tiempo real los parámetros eléctricos y la calidad de la energía en cualquier instalación, lo cual, además de influir de manera favorable en el ahorro energético, puede evitar la ocurrencia de averías.

El objetivo de la automatización del edificio, es la de adecuar la operación de un edificio a efectos de optimizar la calidad de sus prestaciones en términos de confort, seguridad y eficiencia energética. Se puede definir la automatización de un edificio al conjunto de servicios proporcionados por sistemas tecnológicos integrados para satisfacer las necesidades básicas de seguridad, comunicación, gestión energética y confort, de los usuarios y de su entorno más cercano.

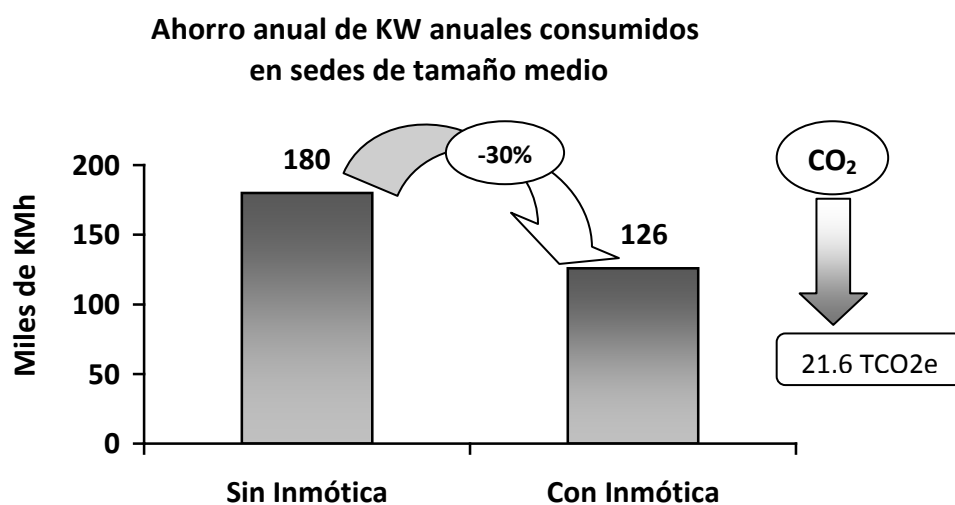
La inmótica está relacionada con la domótica, aunque tiene características propias. Mientras que la domótica se ocupa de la gestión energética de la vivienda de manera individualizada, la inmótica lo hace de forma integral, es decir en todo el edificio. Normalmente, suele estar incorporada en los sistemas de gestión automatizada de los grandes edificios.

Los edificios inteligentes están estrechamente ligados con la inmótica. El motivo es que incorporan sistemas de control automatizado, monitorización, gestión,

mantenimiento de los sistemas y servicios del edificio, y un diseño que permite la implementación de futuras aplicaciones.

La centralización de los datos del edificio o complejo, posibilita supervisar y controlar confortablemente desde un único punto central, todos los servicios, los estados de funcionamiento o alarmas de los sistemas que componen la instalación, así como los principales parámetros de medida. La inmótica integra la domótica interna dentro de una estructura en red.

Los beneficios de la inmótica se ven reflejados para el propietario del edificio, quien puede ofrecer un edificio más atractivo mientras alcanza grandes reducciones en los costes de energía y operación. Para los usuarios del edificio, los cuales mejoran notablemente su confort y seguridad. Para el personal de mantenimiento del edificio que, mediante la información almacenada y el posterior estudio de tendencias, puede prevenir desperfectos. Para el personal de seguridad, el cual ve facilitada y complementada su tarea con el fin de hacerla mucho más eficiente. Permite la posibilidad de monitorización del edificio de una forma general.



Proporciona el control centralizado de los servicios básicos que se requiere en todos los edificios como son la calefacción, el alumbrado, el aire acondicionado, el agua caliente, controlar el gasto de energía, de la detección de fugas de gases, entre otras cosas.

En este caso el énfasis está puesto en la automatización de edificios residenciales pero es importante aclarar que el ámbito propicio para analizar las ventajas de la automatización es en los edificios corporativos donde las necesidades se triplican.

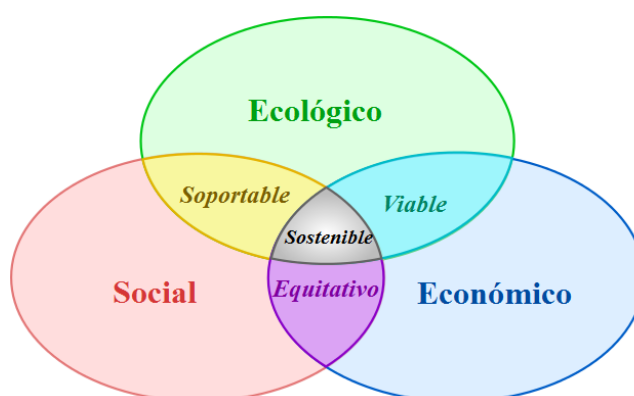
Algo similar ocurre con la iluminación, pero las luces pueden tener un comportamiento diferente a los demás servicios, ya que no necesariamente necesita un controlador inteligente centralizado, sino que algunos sensores serían suficientes, sería otra forma de optimizar el funcionamiento de la iluminación de un edificio que puede conseguir un ahorro del orden del 25%. En cuanto a la seguridad, la automatización también hace un gran aporte. El sistema dota al edificio con una serie de sensores que detectan movimiento y presencia.

Lo que realmente interesa es cómo la automatización de edificios, inmótica, puede mejorar el ahorro y la sostenibilidad de la vida, a la vez de mejorar la calidad de vida en nuestro lugar de trabajo y en el edificio donde vivimos.

Si bien la implementación de estas tecnologías en los edificios implican una importante inversión, los ahorros que se consiguen en energía les permiten recuperar la inversión completa entre 2 y 4 años después de realizar la inversión, dependiendo claro del tamaño del edificio a implementar.

11.5.3.2. **EDIFICACIÓN SOSTENIBLE Y ECOLÓGICA**

Los edificios son los elementos principales del tejido urbano y en ellos discurren la mayor parte de las horas de las personas, ya sean en el trabajo o en el descanso. La construcción y la vida diaria de los edificios tienen un significado y unos efectos importantes en el medio ambiente y en las personas.



Si nos centramos en diversos indicadores ambientales de las zonas urbanas, veremos hasta qué punto es importante la incidencia de la construcción.

Casi el 50% de las emisiones de CO₂ que se emiten a la atmósfera tiene relación directa con la construcción y uso de edificios, con la consecuente incidencia sobre el cambio climático.

La construcción llega a generar alrededor de una tonelada de residuos por habitante y año que, a pesar de tener un gran potencial de reciclabilidad (cerca del 85%), va a parar a los vertederos.

Las casas y los edificios son más contaminantes que la industria o el sector de los transportes y son los que producen el 48% de los gases de efecto invernadero a la atmósfera. Este es el motivo por el cual la nueva arquitectura aporta soluciones respetuosas con el medio ambiente y busca referentes para el confort.

En las últimas décadas, los estudios de arquitectura han tenido que investigar y aplicar nuevas tecnologías según las prioridades de los clientes cada vez más deseosos de habitar viviendas innovadoras, además de respetuosas con el medio ambiente. El control de la climatización, el mejor aprovechamiento energético y la iluminación natural de interiores son ejemplos de estas soluciones, en gran medida debido a un aspecto poco conocido de las casas y edificios: la contaminación que generan.

Aunque se considere que los coches y la industria son los principales contaminantes del medio ambiente, la suposición, sin embargo, encubre el engaño. Las casas y los edificios emiten un 48% de los gases de efecto invernadero, lo que supera con creces las emisiones del sector de transportes con un 27% o de la industria que es un 25%. Del mismo modo, las edificaciones consumen el 76% de la energía producida por las plantas energéticas.

Los tres elementos principales de una vivienda sostenible, coinciden los expertos, son el control de la climatización, la integración de la vivienda en el territorio y la elección ponderada de los materiales, que pueden registrar reducciones en el consumo de energía de un 30% en el sistema de calefacción, de un 20% en la iluminación y a su vez un descenso de aproximadamente un 35% de las emisiones de CO₂.

El control de la climatización o confort térmico supone un riguroso estudio del microclima del terreno. El arquitecto debe ser capaz de recurrir a recursos innovadores, como el aislamiento térmico más eficaz, la utilización de materiales resistentes a cambios de temperatura, la instalación de sistemas inteligentes de calefacción, el uso de cristales especiales, entre otros.

La adaptación de la edificación a su lugar de emplazamiento es otro de los elementos fundamentales de la vivienda sostenible. Se debe estudiar el terreno, desde la geología y la topología hasta la vegetación del terreno.

El empleo de materiales renovables o con un impacto menor sobre el medio ambiente representa una referencia en dicha construcción. Los constantes estudio de

arquitectura con la industria hace que los materiales renovables o reciclables ofrezcan prestaciones equivalentes a las de los productos convencionales.

El consumo de agua en Madrid asociado a la construcción representa el 12% del consumo total de agua. Sin embargo, en zonas altamente urbanizadas como la región de Madrid, el consumo de agua asociado a los edificios llega a valores superiores al 60% del consumo total de agua.

Los costes ambientales son también palpables y Madrid se convierte en un sistema agresor para los recursos naturales del entorno, así como una fuente importante de contaminación. Esta ineficiencia global del sistema urbano es más grave aún si consideramos que disponemos de tecnologías y conocimientos para evitar la mayoría de estos problemas, costes y contradicciones.

Levantar un edificio en la ciudad de Madrid produce un impacto medioambiental significativo por varias razones: el alto consumo de recursos como la energía, el agua y las materias primas y por la gran cantidad de residuos y de contaminación del aire, del suelo y de las aguas. En cifras del sector de la edificación supone un 40% de las emisiones de CO₂, el 60% del consumo de materias primas, del 50% del consumo de agua, del 35% de la generación de residuos, sin olvidarnos de la ocupación del suelo. De ahí, la importancia de actuar para tratar de reducir los impactos ambientales.

Madrid deberá cambiar su mentalidad de construcción, reducir el gasto de recursos limitados, ser menos agresiva hacia el entorno a la vez de conservadora con el medio ambiente reduciendo la contaminación, haciendo que sus edificios sean más sostenibles con la ciudad.

Con un simple cambio en el modelo de diseñar, construir, mantener y demoler los edificios se permitirá establecer una situación de mejora en el medio ambiente, en las prestaciones económicas y sociales en las diferentes partes de la ciudad, además de la calidad de vida de sus ciudadanos, luchando por una ciudad de emisiones cero.

La construcción sostenible es aquella que principalmente reduce el impacto de una vivienda en las diferentes fases en las que se puede dividir la vida de una construcción y de los elementos que la componen, es decir, desde la obtención o extracción de las materias primas, fabricación de los productos y materiales de construcción, proceso constructivo, uso efectivo de la edificación, demolición, reutilización hasta su reciclaje, etc.

Tras analizar los posibles efectos que puede tener sobre el medio ambiente, se han adoptado soluciones en el diseño y en la elección de los materiales que minimizan dichos efectos.

PRIMER PASO: reducir el consumo energético

Esto puede hacerse realizando un diseño que tenga en cuenta el entorno y la orientación de la edificación para reducir los consumos de calefacción, refrigeración e iluminación, mejorando el aislamiento térmico, es decir, adoptando unas pautas durante el uso del edificio que permita sacar el máximo partido.

Para reducir el consumo de energía la mejor solución, es instalar lámparas de bajo consumo de iluminación, sistemas de bomba de calor o geotermia para el acondicionamiento térmico.

Hay que tener en cuenta que una parte muy importante del consumo energético de los edificios puede ser abastecida por energías renovables, que muchas veces pueden ser integradas en la edificación, como es el caso de la energía solar térmica para la producción de agua caliente, la energía solar fotovoltaica para la producción de electricidad, la energía eólica para electricidad.

SEGUNDO PASO: reducir el consumo de agua durante el uso

Establecimiento de sistemas de recogida de agua de origen pluvial o de reciclaje de las aguas grises, aquellas procedentes de la ducha y lavabos, para el riego de jardines, descargas de los inodoros y limpieza de exteriores. Otra solución posible es instalar dispositivos que nos faciliten el ahorro de agua como inodoros con cisternas de menor capacidad o doble tipo de descarga, grifos termostáticos, colocación de aireadores en los grifos, etc.

TERCER PASO: reducir los residuos generados

Los residuos generados en la propia construcción, en el momento de planificar correctamente la obra se deben separar los distintos tipos de residuos. Los que se generan durante la vida del edificio se pueden reciclar disponiendo de espacios que faciliten el almacenaje de los distintos tipos o fracciones de basura generados o mediante el uso de compostadores en viviendas con jardín. Los que son generados cuando el edificio ha de ser demolido se puede reducir empleando materiales e instalaciones que puedan ser fácilmente separables o desmontables, materiales que sean reciclables o que puedan ser reutilizados en otras obras.

OTRAS CLAVES...

La elección de materiales que no hayan necesitado de un gran consumo de energía durante su producción, o que tengan un origen renovable, como la madera, frente a productos derivados del petróleo. También se pueden gestionar correctamente la ventilación, es decir, organizando una ventilación cruzada y evitando las infiltraciones de aire. También se pueden establecer unas pautas de limpieza, tanto en los acristalamientos,

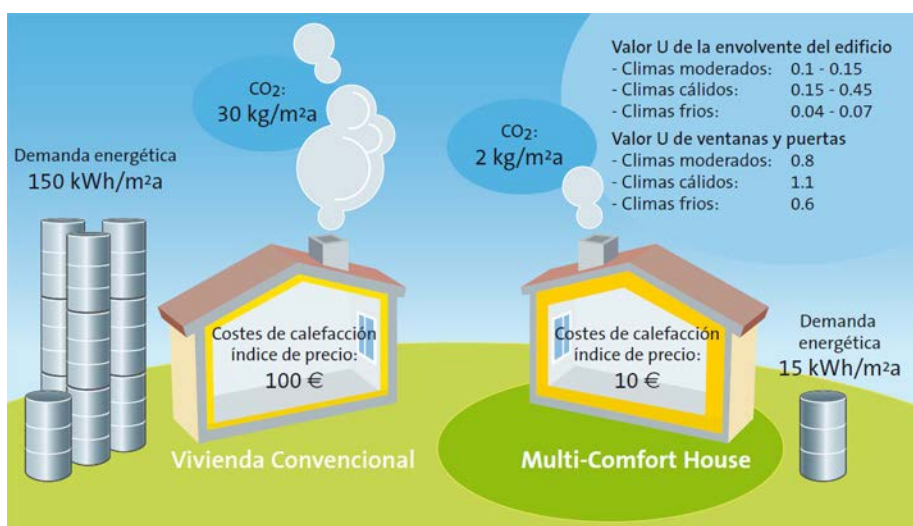
para reducir el consumo de luz como el resto de los elementos del edificio, para prolongar su vida útil.

Hasta el momento, los esfuerzos que ha llevado a cabo Madrid relacionados con la planificación y edificación sostenible se caracterizan por ser iniciativas aisladas públicas y privadas que afrontan sectorial o parcialmente algunos de los problemas y contradicciones ambientales, económicas y sociales de la edificación. Esta perspectiva genera que la introducción de criterios de sostenibilidad en los edificios resulte más cara, tanto en la construcción como en el mantenimiento de los mismos, lo cual frena su desarrollo.

Desde el punto de vista social, el grado de salud y bienestar de los usuarios se configura como aspectos clave para este tipo de edificios. Y por lo que se refiere a los aspectos económicos de la sostenibilidad, cabe resaltar los esfuerzos para modelizar el concepto de coste eficaz que tiene en cuenta y compara los esfuerzos de inversión con los beneficios en el mantenimiento de los edificios.

El mensaje que se quiere transmitir es que se requiere un esfuerzo significativo por parte de todos los agentes implicados en este sector, que se pueda llegar a acuerdos en materia económica, social y ambiental obteniendo grandes mejoras con la aplicación de nuevas tecnologías, medidas, normativas, criterios, objetivos y sistemas al planteamiento y a la edificación. Poder mantener y potenciar esta dinámica creativa en todo el sector es clave y garantía de la competitividad y la sostenibilidad.

Diseño de edificios sostenibles



Fuente: Isover.es

Ventajas:

- Confort térmico óptimo: todas las superficies internas de las habitaciones se mantienen en una temperatura similar y no hay molestas convecciones o corrientes de aire.
- Ahorros de energía: la demanda de energía se reduce 10 veces.
- Disminución de la cantidad de CO₂ emitida: también se reduce por un factor de 10.
- Confort acústico
- Buen comportamiento contra la seguridad e incendios
- Buena calidad del aire en el interior: gracias a un sistema controlado de ventilación con recuperación de calor, proporcionando aire limpio permanentemente.

11.5.4. Agua

A medida que las ciudades crecen, también lo hace la demanda de agua potable para consumo doméstico y para propósitos industriales y de riego. Para satisfacer esta demanda, los gestores de las ciudades deben maximizar los recursos disponibles, así como utilizar prácticas soluciones que mejoren sus niveles de eficiencia.

Madrid está llamada a realizar un pacto sobre el agua, para poder gestionar de una forma eficaz sus recursos hídricos, con la finalidad de conservarlos en un buen estado durante muchos años. La ciudad de Madrid es una gran consumidora de recursos y más cuando hablamos del agua, debido al carácter expansionista que tiene la propia ciudad. Los recursos hídricos que posee Madrid son escasos para todo el año, si se espera a la temporada de lluvias. Es un bien escaso, por lo que hay que gestionar el agua de una forma mucho más eficaz.

Estamos sufriendo un cambio climático que nos está cambiando las temporadas de lluvias y por consiguiente esto trae consigo que ya no llueva como hace muchos años, por eso está obligada a realizar gestiones eficientes para su uso y ahorro. En la ciudad de Madrid se malgasta y se derrocha miles y miles de litros de agua cada día, ya sea por roturas de tuberías, uso doméstico, en el riego de parques y jardines, etc. por ello se deberá comprometer a realizar infraestructuras como plantas de depuración más eficientes, para poder reutilizar, reciclar y recuperar un elemento que de otra forma se desperdiciaría sin remedio, con la finalidad de usarla para otros fines como para el riego de parques y jardines o simplemente para la limpieza de las calles de la ciudad.

Uno de los mayores desafíos para el desarrollo sostenible, al que tienen que hacer frente una ciudad en expansión como Madrid es el de asegurarse que todas las personas tienen acceso fiable a suministros de agua y servicios de saneamiento. Esto significa que los recursos hídricos deben gestionarse cuidadosamente. Disponer a tiempo de información sobre las condiciones en una situación concreta es crucial para la toma de decisiones en la gestión de recursos hídricos.

Los sensores, las tecnologías y las redes de comunicación proporcionan una oportunidad para las distintas partes interesadas en los recursos hídricos a fin de obtener información en tiempo real sobre el uso del agua, sobre variables físicas y medioambientales como la temperatura, niveles de humedad del suelo y lluvias. Las tecnologías de medición inteligente pueden proporcionar a individuos, empresas y compañías de agua información en tiempo real sobre su propio consumo de agua, aumentando así la concienciación sobre su utilización, localizando fugas y ofreciendo un mejor control sobre la demanda de agua.

Las TIC representan un factor estratégico en el proceso de desarrollo de soluciones innovadoras para tratar los problemas de la escasez de agua. Al facilitar la recogida y el análisis de datos medioambientales.

Dado que los recursos hídricos de Madrid son limitados, las autoridades municipales encargadas del agua deben ser capaces de evaluar el suministro actual de agua con el fin de determinar cómo satisfacer las futuras demandas. Los sistemas TIC basados en radiocomunicación, tales como los sensores remotos, son una fuente importante de información sobre la atmósfera terrestre y las condiciones ambientales. Las tecnologías de teledetección, junto con los sistemas de radiocomunicación por satélite, el sistema de determinación de la posición (GPS) y el **GIS** (*Sistemas de Información Geográfica*) han tenido un papel decisivo en la identificación de nuevas fuentes de agua dulce, la construcción de modelos de cuencas hidrográficas y el análisis de problemas medioambientales.

Los largos periodos de sequía provocados por el cambio climático hacen que sea cada vez más importante ahorrar cada gota de agua. En Madrid, el 60% del consumo de agua se destina a riego y de ese porcentaje, entre un 20% y un 30% es desperdiciada por evaporación, bien por regar en horas con altas temperaturas o bien por regar en exceso cuando la tierra ya no acepta más agua. Existen algunas alternativas que los servicios municipales de Madrid tienen al alcance de su mano y que podrían poner en práctica para ahorrar grandes cantidades de agua.

La tecnología de contadores de agua inteligente permite a las empresas de abastecimiento de agua realizar un seguimiento más preciso del uso a nivel del consumidor final, e implantar planes de tarificación del agua para fomentar la protección de agua. En lugar de recibir facturas mensuales o trimestrales, el consumidor podrá realizar un seguimiento en tiempo real del gasto de agua y, por tanto, será capaz de tomar decisiones con anterioridad en caso de haber fugas de agua. Estas pérdidas podrían evitarse parcialmente mediante el uso de mejores técnicas de medición.

El consumo de agua en fábricas también se puede gestionar de forma eficiente mediante el uso de las TIC. Cada fábrica, sea cual sea, utiliza una cierta cantidad de agua en sus producciones u operaciones. En el sector industrial, el agua es un elemento imprescindible para aquellas empresas que lo utilizan, por ejemplo, los sistemas de refrigeración por agua son esenciales en muchas fábricas. Es necesario operar correctamente los sistemas de refrigeración para minimizar el impacto de los costes totales y energía así como la descarga de elementos químicos y aguas residuales.

En el ámbito del riego, la clave para evitar el desperdicio de agua es conocer el momento oportuno para regar y el volumen de agua a utilizar. Los sensores inalámbricos pueden situarse en el suelo para supervisar los niveles de humedad que puede tener en ese momento. Dichos sensores pueden activar automáticamente los sistemas de riego en función de la necesidad.

Cuando se conectan a Internet, los sensores supervisan factores como la humedad del suelo, la retención del agua, características de las plantas, permitiendo la gestión

remota del sistema. Este tipo de sensores también se pueden aplicar al mantenimiento de campos de deporte, como por ejemplo un campo de fútbol o un campo de golf.

Las TIC pueden reportar enormes beneficios a las autoridades municipales del agua y supervisar los recursos hídricos naturales vía remota, dando una alarma anticipada en caso de emergencia relacionada con el agua.

En particular, las tecnologías de medición inteligente jugarán un importante papel en la medición en tiempo real del consumo de agua, identificando fugas a nivel del consumidor y concienciando más a los consumidores sobre el consumo de agua. Con el desarrollo de sensores y las comunicaciones móviles, este campo tiene un gran potencial para las autoridades del agua pudiendo haber nuevas áreas de trabajo.

El flujo de agua limpia y potable es tan importante para nuestra economía y sociedad como lo es para nuestra continuidad. Dejemos de malgastarla y empecemos a gestionarla como el recurso valioso que es.

11.5.4.1. GESTIÓN INTELIGENTE DEL RIEGO EN PARQUES Y JARDINES

El concepto de ciudad esta cambiando y las nuevas tecnologías hacen posible que por primera vez la ciudad sea capaz de gestionar de manera inteligente el agua para regar parques y jardines con la finalidad de ahorrar agua y energía. Optimizar la cantidad de agua en el riego de parques y jardines o de detectar fugas de agua en tuberías son problemas comunes a la mayoría de las ciudades, y más cuando se trata de una gran urbe como Madrid, que tienen algo en común, que pueden ser tratados con un sistema de monitorización inteligente que ayude a la gestión diaria de los recursos.

La medición de la humedad y de la temperatura ambiente permite evaluar las horas óptimas de riego o encendido de fuentes, cuando las posibilidades de evaporación sean menores, mientras que la monitorización de la humedad de la tierra nos avisará de cuándo y cuánto es suficiente el suministro de agua para los jardines y parques y así poder desactivar los sistemas de riego.

En el ámbito de la gestión de los parques y los jardines, el uso de sistemas de automatización de riego hace posible controlar a través de programadores y temporizadores el momento en el que se riega. Esto, complementado con la información proporcionada por *pluviómetros* (instrumento que se emplea en las estaciones meteorológicas para la recogida y medición de la precipitación), puede ajustar el riego y ahorrar mucha agua en el contexto de las ciudades.

En la actualidad, el ahorro en el consumo de agua derivado del riego de parques y jardines es un factor vital para las compañías de gestión del agua, tanto potable como regenerada.

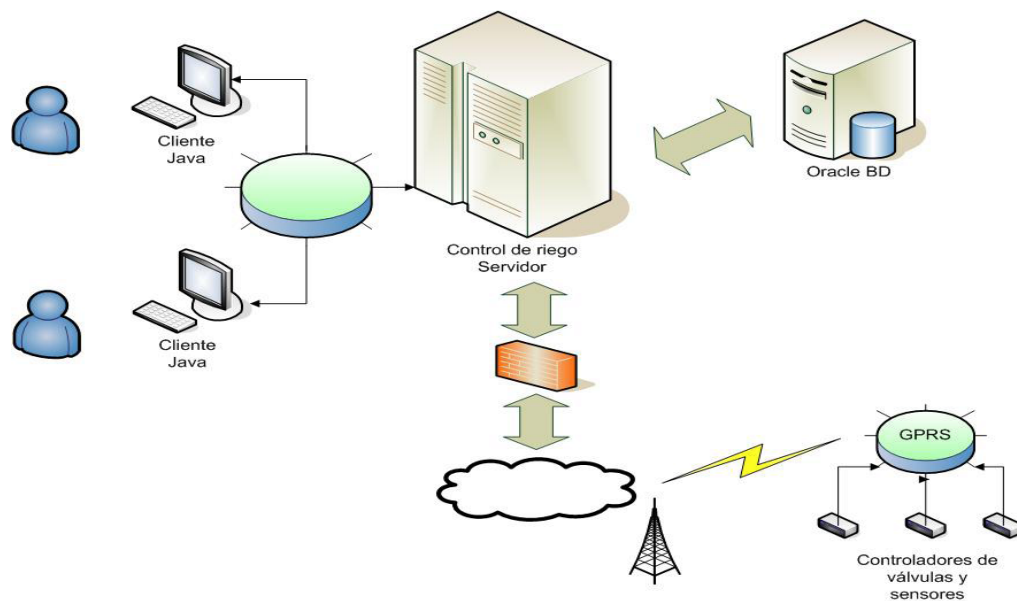
Un sistema de riego inteligente utiliza las más novedosas tecnologías para obtener la máxima fiabilidad y ahorro de agua en el riego. Proporciona un sistema que permite optimizar el consumo de agua de riego, ofreciendo de este modo una solución completa para cualquier usuario, desde particulares hasta grandes parques y jardines.

Este sistema utiliza las tecnologías de comunicación basadas en las redes malladas de radio en la banda libre ISM (868 MHz) para comunicar los elementos de campo instalados en el parque.

Desde cualquier punto es posible acceder a toda la funcionalidad ofrecida por el sistema mediante una aplicación web. Las funciones que se pueden realizar son las siguientes:

- Monitorización en tiempo real del estado del parque (apertura y cierre de válvulas, presencia de lluvia, estado de los equipos de campo, comunicación con el parque).
- Operación manual remota de los elementos de campo desde cualquier punto (válvulas, bombas).
- Programación de sectores de riego de acuerdo a las necesidades del parque y considerando la estacionalidad.
- Adecuación del riego dependiendo del estado del entorno (presencia de lluvia, humedad).
- Configuración de alarmas.
- Lectura de contadores para medir los consumos realizados.

Al sistema de riego inteligente se puede acceder desde cualquier ordenador con conexión a internet o desde una PDA, con la infraestructura necesaria para evitar accesos no deseados.



Fuente: SIR. Comunicaciones Unidas.

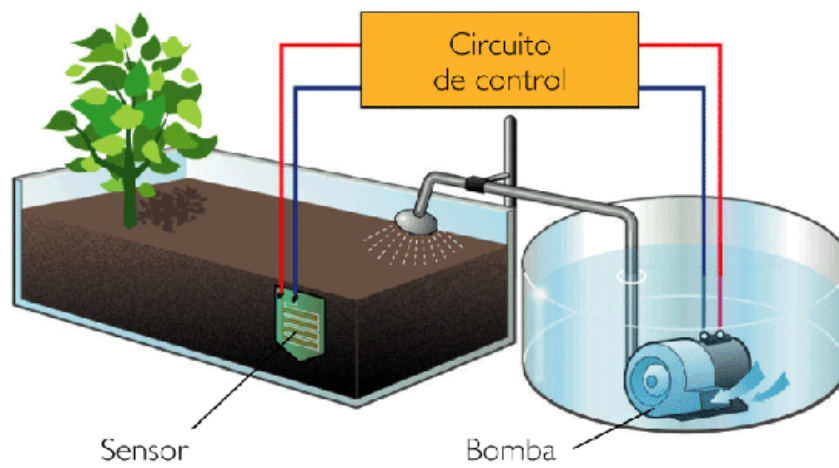
Las comunicaciones tipo malla permiten dotar de redundancia a los enlaces en campo, ya que ante cualquier caída de algún elemento de comunicaciones, el sistema lo reencamina por una ruta alternativa.

Las tomas analíticas del suelo a lo largo del día permiten crear un plan para tomar decisiones de riego. Ya que los sensores mandan las lecturas a través de un enlace sin cables a una estación central, con la posibilidad de acceder a los datos online desde un ordenador, permitiendo de este modo poder decidir de una forma más rápida y eficiente cómo y cuándo regar. Es posible ahorrar un 30% de agua destinada al riego mediante la implantación de sistemas inteligentes para el riego.

Las ventajas más importantes de un sistema inteligente de riego pueden ser:

- Escalabilidad: la posibilidad de ampliar el número de elementos de control instalados sin más que añadir nuevos equipos.
- Bajo coste y consumo: debido a que es una solución a medida, los costes de cada uno de los equipos de campo son muy pequeños.
- Sencillez de despliegue.
- Flexibilidad: es posible disponer de cualquier arquitectura en el parque, ya que los nodos crean entre sí una red mallada donde las vías de comunicación entre ellos son múltiples.

La siguiente imagen muestra un esquema básico de un sistema de riego basado en sensores de humedad.



Fuente: kalipedia

11.6. Proyecto Smart Madrid

El proyecto de Madrid se basa en la propuesta de desarrollo en diversas áreas y servicios repartidos por toda la geografía de la ciudad de Madrid, según la necesidad que tenga dicha zona con la finalidad de mejorar su servicio o la calidad de vida de los ciudadanos. Uno de los objetivos que tiene el proyecto es consolidar a la ciudad de Madrid como ciudad innovadora, inicializar a la ciudad como laboratorio urbano. Es un proyecto pionero donde se pretende promover nuevos sistemas y tecnologías para reducir el consumo energético y las emisiones de gases CO₂ a la atmósfera, busca potenciar la mentalidad medioambiental y el reciclaje en el sector industrial.

El concepto o la idea de transformar a Madrid en una ciudad inteligente, intenta sino buscar que sean los propios integrantes de la ciudad, a través de ellos mismos, los que asuman una mentalidad ecológica y sostenible. Esto significa que los ciudadanos, empresas e industrias que viven o desarrollan su labor en dichas ciudades, se involucren activamente, trabajen conjuntamente y se sientan como principales ejes del proyecto.

Se focalizan los esfuerzos en áreas como el desarrollo de las nuevas tecnologías, para la creación de una nueva generación de industrias y servicios orientados a la mejora de la calidad de vida del ciudadano, impulsar la I + D + i, fortalecer la relación entre los diversos agentes implicados, etc.

Para dicha transformación, se tomarán en cuenta los diversos servicios desarrollados a lo largo de todo el documento, con la finalidad de implantarlos en las diferentes partes de la ciudad donde sea necesario mejorar su funcionamiento o simplemente desplegar un nuevo servicio para conseguir un ahorro económico como en otros ámbitos ya sean reducción de ruidos, gases, energía, etc. Se irán implantando servicios en las diferentes áreas temáticas desarrolladas anteriormente.

Los nuevos servicios tendrán una implicación directa con el funcionamiento de la ciudad o en los servicios que ya proporciona el Ayuntamiento con el fin de hacerlos más eficientes y producir un ahorro considerable. Servicios que aporten beneficios para los ciudadanos y que solucionen necesidades no resueltas. Se espera que uniéndose a las empresas públicas como a las privadas se inicien pequeños proyectos que a su vez a corto plazo se generen iniciativas locales.

La base de todo este proyecto, son las comunicaciones. La ciudad de Madrid tendrá que asegurarse en disponer de unas infraestructuras de comunicaciones fiables y seguras, ya sean cableadas o inalámbricas. La transformación de una ciudad a una ciudad inteligente genera una inmensa cantidad de datos, que habrá que recoger, guardarla y analizar posteriormente, luego para eso es necesario un buen uso y desarrollo de las TIC, más concretamente, tecnologías de banda ancha. Madrid tendrá que dar más facilidades a los usuarios a la hora de tener un acceso de banda ancha a internet, con unas buenas infraestructuras que ofrezcan a los ciudadanos una cobertura garantizada por toda la

ciudad. Se tendrá que negociar con las empresas de proveedores de servicio para llevar a cabo esta evolución de las infraestructuras de comunicaciones.

En la temática de la movilidad, hemos hablado de la introducción de sistemas de gestión de tráfico en tiempo real para que la movilidad y el tráfico en la ciudad sean mucho más eficiente y sostenible, fomentando a la vez, el uso del transporte público para evitar el uso de vehículo particular, además de la instalación y puesta en funcionamiento de las infraestructura de recarga y la implantación de una flota de vehículo eléctrico para los viajes por la ciudad de Madrid.

Madrid es una ciudad con un alto número de vehículos, y la movilidad llegar a ser ya un problema. Hemos visto las ventajas que tienen los sistemas de gestión de tráfico en tiempo real, que ahorran tiempo y reducen la emisión de gases. Atendiendo a estos puntos, disponer de un servicio de gestión de tráfico en estado de prueba sin molestar a los demás usuarios, sería conveniente empezar en una zona donde no estuviera muy transitada de vehículos por ejemplo en el distrito de Hortaleza, que hay menos tránsito de vehículos y por lo tanto se podría lanzarse un proyecto piloto en modo de prueba. Así como también, barrios de nueva construcción como los PAUs de Carabanchel, Las Tablas, Sanchinarro, Vallecas, que son sitios donde sería fácil la movilidad por sus calles.

En el apartado del vehículo eléctrico y sus infraestructuras, habría que realizar las obras oportunas para poner puntos de recarga repartidos por la ciudad de Madrid, sería conveniente que las gasolineras tuvieran al menos un punto de recarga y ciertas calles principales como Castellana, Calle Alcalá o Calle Princesa, tener varios puntos a lo largo de la calle.

Madrid, tiene un buen sistema de transporte público, pero es mejorable, el proyecto propone la sustitución gradual de la flota de vehículos públicos de autobuses, por otros que sean eléctricos, gas o incluso híbridos que son más ecológicos. Estos autobuses emiten menos contaminación acústica, y menos gases CO₂ a la atmosfera.

El sistema de aparcamiento eficiente, es un sistema pionero y muy llamativo. Los conductores pierden mucho tiempo para encontrar un sitio de aparcamiento libre, o incluso pueden llegar a desistir en la búsqueda del sitio. Para el funcionamiento de este sistema es conveniente en un principio, que la zona sea poco transitada por vehículos, para que se pudiera poner en práctica. En el barrio de Villaverde, Las Tablas o incluso en Sanchinarro, serían unas buenas zonas, sobre todo, en los nuevos PAUS, ya que son zonas poco transitadas por vehículos, las calles son amplias, con buena visibilidad, además de ser calles “ordenadas”. Tras un tiempo, se vería la acogida que ha tenido el nuevo sistema por parte de los usuarios para poderlo ampliar a otras zonas de Madrid.

En el tema de la energía, se pretende conseguir una integración de las fuentes renovables de energía en la red eléctrica, acercando la generación de energía al consumo a través del establecimiento de nuevos modelos de gestión de micro-generación eléctrica.

El proyecto tiene provisto la instalación de nuevos contadores inteligentes desarrollados en el marco de la telegestión para hacer posible un consumo eléctrico más sostenible.

Estos contadores tienen la intención de poder reducir el consumo de energía y de agua por parte de los usuarios ya que éstos sabrán en todo momento lo que llevan gastado, luego supondrá un ahorro en sus facturas, serán facturas mucho más exactas a lo consumido y se evitara la estimación de un mes a otro. Para evitar un mayor trastorno en el cambio de los contadores, en aquellas zonas que son poco accesibles hacia los edificios. La mejor zona para poner este servicio, ya sea porque son zonas más accesibles a los edificios, siendo éstos más grandes con mejores estructuras, además de tener concentrados todos los contadores en un mismo habitáculo, es la zona de San Blas o Las Rosas, la zona este de Madrid, además de lo nuevos PAUs de Vallecas, Villaverde o Barajas.

La implantación de un sistema de alumbrado público inteligente gestionado en tiempo real, provisto de sensores y sistemas de control para gestionar la intensidad de las luminarias. Además, de la instalación de sistemas avanzados de telecomunicaciones y telecontrol que permitirán actuar en tiempo real y de forma automática sobre la red de distribución, haciendo posible una nueva gestión de la energía y potenciando la calidad del servicio.

Este sistema, permite controlar de una forma eficiente las luminarias en la zona pública, se pretende ahorrar costes y minimizar el consumo de energía a la de controlar la intensidad lumínica, a través de sensores que captan la afluencia de vehículos, o la presencia de personas por la calle. Una de las zonas donde se implantaría este sistema, es la M-40 de Madrid. Donde a través de la intensidad de vehículos a determinadas horas puntuales se podría controlar de forma individual las luminarias encendidas, la intensidad de cada una, iluminar ciertas zonas más que otras, etc. Este servicio se desplegaría de forma escalonada, en diferentes tramos o fases de la autopista. Con este sistema se ahorraría energía, que se vería reflejado a su vez en una reducción en el coste de la factura.

El proyecto incluye un desarrollo que comprenderá zonas de oficinas, zonas residenciales, instalaciones e infraestructuras. Se propondrá la modernización de los edificios para que sean las eficientes y sostenibles, minimizando el consumo de energía con los sistemas de gestión de edificios, con la ayuda de la aplicación de fuentes de energía renovables, como la energía solar, implantadas en los edificios, su almacenamiento propio de energía en baterías para facilitar su consumo posterior en la gestión de los edificios. Ayudados por una construcción sostenible de viviendas o la mejora de éstas para ahorrar energía y gas.

Madrid tiene un alto nivel de edificación, y los sistemas de gestión de edificios hacen de éstos, edificios muchos más sostenibles, gestionando de una forma más eficiente la luz, el agua, la ventilación, la calefacción, etc. en las zonas comunes, evitando de este

modo el malgasto de energía y agua, reduciendo considerablemente la emisión de gases de CO₂. Convendría que los polígonos industriales de la ciudad de Madrid, por ejemplo, el polígono industrial de las Mercedes, Julián Camarillo o el Parque de las Naciones, que son polígonos que tienen muchas industrias, tuvieran sistemas de gestión de edificios.

En cambio, cuando hablamos de una construcción sostenible y ecológica, convendría que las nuevas construcciones que se hicieran en Madrid fueran más sostenibles, respetando el medioambiente, usando nuevos materiales de aislamiento, el reciclaje de los materiales, el uso de la inmótica en el edificio. Estos son posibles soluciones para que los edificios y las viviendas de Madrid fuesen más ecológicos y sostenibles.

En el tema del agua, disponemos de métodos sostenibles para la reducción en la gestión del agua y para un sistema de riego mucho más eficiente, mediante el uso de dispositivos de ahorro. Los recursos hídricos, son escasos y hace falta gestionar de una forma eficiente el agua, evitando la pérdida de agua a través de riegos mal programados, rotura de tuberías, etc.

La ciudad de Madrid posee una gran cantidad de parques y jardines, se propone un sistema eficiente en la gestión del riego, que intente regar en los momentos en que los parques y jardines lo necesiten, optimizando los recursos hídricos de Madrid en su justa medida. Este sistema convendría ponerlo sino en todos, en casi todos los parques y jardines, como por ejemplo, el parque de El Retiro, Moncloa, Plaza España, Canillejas, Parque Juan Carlos I, Ciudad Universitaria, etc.

La implantación de un sistema de gestión de recogida de residuos más eficiente y controlado en tiempo real, mediante sensores que avisan qué contenedores están listos para ser vaciados, y llegando hacia ellos por las rutas más óptimas, evitando pasar por ciertas calles, optimizando el tiempo, reduciendo las emisiones de gases y los ruidos.

El centro de Madrid posee una gran cantidad de calles entrelazadas entre sí, tiene barrios muy antiguos, y para callejear entre sus calles hay que intentar no perderse. Por eso un sistema eficiente de recogida de basura, sería el servicio ideal para una zona que le viene a su medida, ya que éste sistema propone una solución de recogida de residuos, de aquellos cubos que están llenos, llegando hacia ellos por la ruta más óptima y corta. Es también cierto, que ciertas calles del centro de Madrid son muy estrechas y es bastante difícil callejear por sus calles y acceder a ellas, ya sea porque están cortadas, en obras o porque son peatonales, por lo que los camiones de basura a veces tienen que hacer verdaderas maniobras hasta llegar a ellos, además de ser vehículos pesados, emiten mucho ruido, olores, llegando a ser molestos cuando tienen que hacer la ruta de recogida de basura.

El sistema de recogida de basura, se impondría en la zona centro de Madrid que alberga, distritos con sus barrios de Centro, Arganzuela, Tetuán, Retiro, Salamanca. La

finalidad de ponerlo en esta zona es que el sistema propone rutas óptimas en tiempo real mediante la tecnología GPS para llegar a los cubos, evitando ciertos problemas anteriormente dichos. Consiguiendo ahorro en tiempo, combustible, reducción en contaminación acústica, gases, olores, y sobre todo molestias a los ciudadanos.

Desde el punto de vista de la sostenibilidad, el nuevo modelo de ciudad fomentará la eficiencia energética y la movilidad, además de velar por el uso de los combustibles alternativos, la creación de redes de suministro, la implementación de innovaciones tecnológicas en los diseños de las flotas de vehículos, la optimización de las rutas para minimizar el uso de combustible y energía, o las instalaciones solares.

El proyecto fomentará la creación de un número importante de puestos de trabajo, además de proveer de nuevas oportunidades de negocio a las empresas, para desarrollar y probar nuevas tecnologías de redes inteligentes y soluciones. Las empresas tendrán la oportunidad de implantar nuevos servicios o proyectos innovadores en cualquier ámbito urbano y en un espacio real para aportar mejoras a los ciudadanos de Madrid.

Distritos de Madrid



Capítulo 12

12. Impacto potencial en el sector industrial

El impacto de las Smart Cities, debido a su naturaleza, debería tener repercusión en diferentes ámbitos sociales, económicos, ambientales, energéticos y legislativos.

Los impactos se deberían poder cuantificar a lo largo de una línea temporal; para identificar, en primer lugar, cuales son los requisitos mínimos necesarios que debería cumplir una ciudad inteligente, y en segundo lugar, cuales son las medidas tomadas que realmente contribuyen a crear una sociedad más sostenible.

Para alcanzar dichos objetivos se deberían definir una serie de indicadores que permitan valorar objetivamente el éxito de los proyectos.

La Unión Europea, a través del SETIS, ha definido brevemente una serie de indicadores clave que se deben de cumplir en los programas donde participa, referido a dos sectores estratégicos: redes eléctricas y transporte.

Por otro lado, la iniciativa europea “*Smart Cities and Communities*” ha fijado una serie de indicadores que deberían ser utilizados para la monitorización del cumplimiento de los objetivos propuestos para las ciudades que participen en dicha estrategia innovadora:

1. Reducción anual de emisiones de CO₂.
2. Mejora anual en eficiencia energética.
3. Incremento anual de la contribución de energías renovables.
4. Ahorro energético en edificios.

Algunas empresas involucradas activamente en el sector de las Smart Cities han desarrollado o lo están haciendo, sus propios indicadores. La mayoría de proyectos e indicadores están enfocados en mejorar y cuantificar, el impacto en las siguientes áreas: medioambiente, energética y transporte.

Cabe destacar el impacto que tendrá la implantación de nuevas medidas inteligentes y sostenibles en el ciudadano, aunque no se han identificado indicadores medibles, ya que este será el principal y último beneficiario de los cambios producidos en las ciudades donde se desarrollen este tipo de proyectos.

Es una realidad cada vez más palpable que el modelo de sociedad que conocemos esta cambiando, los avances tecnológicos, la globalización y la aparición de nuevas necesidades entre la población, tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo, hacen que el entorno evolucione y que las ciudades se adapten progresando hacia un modelo mucho más sostenible.

Para que se produzcan estos cambios es necesario realizar inversiones. Según estudios de la OCDE se estima que hasta el 2015 se necesitará una inversión en infraestructuras de 10 billones de euros. Se espera que se generen importantes oportunidades de negocio en campos como: las energías renovables, la eficiencia energética, las redes inteligentes, agua, residuos, edificación, movilidad, comunicaciones, entre otros. Todo ello enmarcado en el concepto de ciudades inteligentes y sostenibles. Será necesario actualizar las redes de transmisión y distribución en todos los sectores, lo que dará lugar a una gran demanda y nuevas oportunidades para aportar soluciones.

Será necesario mejorar las infraestructuras de transporte tanto en calidad como en cantidad. La creación de un sistema de transporte inteligente hará posible la aparición de nuevos servicios, y por tanto nuevas oportunidades de negocio, que ayuden a los usuarios a cubrir sus necesidades de movilidad. Algunos ejemplos de estos nuevos servicios pueden ser: la gestión de rutas y horarios de viajes óptimos, información en tiempo real de flujos de tráfico congestionado alternativas en transporte público o incluso el acceso a infraestructuras de recarga de vehículos eléctricos.

Es importante remarcar, que la progresiva aparición de redes y ciudades inteligentes, supone la aparición de nuevas oportunidades de mercado y la potenciación de negocios ya existentes.

España, y sobre todo Madrid posee un sector industrial que cuenta con empresas que son referentes en diferentes campos, como la construcción de infraestructuras, es importante que aproveche este conocimiento y experiencia para posicionarse en la cadena valor que se está generando en el concepto de las ciudades inteligentes, antes de que el mercado comience a dar señales de saturación. Las empresas no deberían limitarse al mercado nacional, sino buscar también oportunidades a nivel global, sobre todo en países con un alto grado de desarrollo, donde aún queda un largo camino por recorrer.

Capítulo 13

13. Recomendaciones

Las ciudades inteligentes favorecen la creación de nuevos servicios que hoy día no son posibles, pero que promoverán el desarrollo de la ciudad y de sus agentes, al mismo tiempo mejorarán la calidad de vida de sus habitantes.

Además el concepto de Smart City puede ir más allá de las ciudades y aplicaciones a los espacios inteligentes; en otras palabras, la gestión de los espacios con límites definidos que cuentan con bienes fijos y móviles que se pueden monitorizar para conseguir una gestión más eficiente. Estamos hablando de puertos, aeropuertos o parques públicos, entre otro tipo de espacios.

La finalidad de esto es el mero hecho de simplificar la gestión de un entorno cada vez más complejo, lo cual no solo mejora la eficiencia, reduce los costes y aumenta los ingresos, sino que también promueve una mejor calidad de vida y sostenibilidad para nuestras ciudades del futuro.

El estudio pone de manifiesto la necesidad que tienen las ciudades de evolucionar desde su modelo de desarrollo y gestión actual para establecer las bases de un futuro más sostenible, inteligente y socialmente válido a través de una coordinación adecuada de organismos públicos y privados.

Hay algunas recomendaciones para aquellas ciudades que tengan la idea de avanzar en el camino hacia una ciudad inteligente y que deben de tener en cuenta.

- **Definir la estrategia de Ciudad Inteligente:** las ciudades sostenibles son mejores lugares en los que vivir y también resultan menos caras de

gestionar. Las ciudades les debe importar el desarrollo sostenible de cara al futuro, así como evaluar de forma clara los aspectos más relevantes sobre lo que actuar y adoptar un enfoque totalmente integral. Con la evolución de las administración municipales, a la vez de un gran apoyo para hacer frente a los desafíos pero también surgirán oportunidades y debilidades para convertirse en una ciudad inteligente.

- **Construir la ciudad inteligente:** cuando la estrategia está clara y estudiada, se insta a la ciudad a transformar los objetos en un plan de aplicación viable, con la finalidad de cumplir la estrategia definida y donde se ponga de manifiesto los objetivos intermedio cuantificables. El plan de acción debe recurrir a las asociaciones públicas y privadas, ya que la puesta en marcha de las ciudades inteligentes requiere de las distintas partes interesadas trabajen conjuntamente.
- **Innovar con servicios inteligentes:** una ciudad inteligente no es un conjunto de tecnologías independientes que ofrece datos e información, sino un sistema de sistemas. El objetivo final de una Ciudad Inteligente pasa por mejorar la calidad de vida de la población que reside en las urbes, además de garantizar un desarrollo económico sostenible. Todos los servicios municipales, públicos y privados deben reevaluarse y cuestionarse con el fin de mejorar y sincronizar los cambios y decisiones para prestar servicios innovadores a los ciudadanos.
- **Operaciones y gestiones más inteligente:** uno de los resultados previstos es ofrecer mejores servicios a un coste más bajo. La información es poder, y el poder lleva a tomar mejores decisiones para hacer funcionar y gestionar una ciudad. Se requiere una gestión profesional de las ciudades para adquirir eficiencia, evaluar el rendimiento y tomar decisiones basadas en una visión más real y analítica de la ciudad, los servicios y su repercusión en la sociedad. La gestión inteligente también supone además una mejora del proceso y una mejor organización de las personas.
- **Evaluar la inteligencia y ceñirse en ir mejorando:** la transformación de una ciudad inteligente supone un largo camino. Es importante saber cuantificar y comunicar los logros conseguidos para así evolucionar en el futuro e ir mejorando la imagen de la propia ciudad y la calidad de vida de sus ciudadanos.

Capítulo 14

14. Conclusiones y trabajos futuros

Las ciudades inteligentes intentan ofrecer prosperidad sostenible a los ciudadanos, todos los sistemas que la sustentan afrontan importantes retos y amenazas para su sostenibilidad. Las nuevas tecnologías son y serán fundamentales para la transformación en sistemas mucho más inteligentes con el fin de que se optimice el uso de los recursos limitados.

La propia ciudad deberá crear una nueva plataforma de gestión, que se traduce en saber y comprender el funcionamiento de la ciudad, el uso eficiente de los recursos, en una nueva forma de gestionar la demanda, le creación de nuevos mercados, en la planificación de la ciudad, entre otras cosas, con el fin de hacer de la ciudad un lugar mucho mejor.

Se pueden sacar conclusiones y algunas de ellas son claras y evidentes. La finalidad que tiene este proyecto no es más que, hacer una ciudad más sostenible a los ciudadanos y brindar la oportunidad de proporcionarles una calidad de vida mucho mejor lo cual incrementa la eficiencia, con la consecuente reducción de los gastos, a los que se les une los objetivos de reducir las emisiones de CO₂, conseguir un ahorro energético y el aumentar el uso y consumo de las energías renovables.

El proceso de modernización hacia la inteligencia de la ciudad conlleva un gran gasto al principio, tanto de tiempo y recursos como económico. Configurar un proyecto eficaz no es fácil debido al gran esfuerzo que hay que realizar en cuanto al estudio e interpretación de los datos para poner en marcha un servicio que sea eficaz y eficiente y que pueda cubrir las necesidades de los ciudadanos. El gasto que se hace durante todo el

despliegue del proyecto hasta que empieza a funcionar y a generar beneficios se amortiza en meses, pudiéndose desplegar progresivamente al resto de la ciudad.

Es una vista hacia el futuro que hace que las Administraciones Públicas y agentes municipales piensen en sus ciudadanos haciéndoles la vida más fácil además de comprometerse en solucionar sus problemas. Es una forma de gestionar los gastos del propio Ayuntamiento de una forma eficaz, permitiéndole realizar un ahorro considerable en sus presupuestos a la hora de cubrir una necesidad de la propia ciudad al igual que el propio ciudadano que tendrá que pagar menos.

Unas de las finalidades que tiene la ciudad inteligente es la de disponer de líderes capaz de motivar y hacer participativa a la ciudadanía, con la capacidad de atraer inversores y residentes. Dará lugar a nuevos modelos de negocio con el fin de dar respuesta a temas como la calidad del medio ambiente, el tráfico, la movilidad, la energía, los residuos, etc. a la vez de fomentar la innovación para el desarrollo de los nuevos y actualizados servicios.

Madrid es una de las ciudades más importantes a nivel de Europa y está reconocida a nivel mundial, pero a su vez, como al igual que las demás ciudades tienen sus propias necesidades que hay que cubrir con el paso del tiempo. La región de Madrid necesita ser inteligente para que sea más sostenible de lo que es con el medio ambiente, con los recursos, etc. Sabemos que esto es un camino muy largo y que en el futuro hay mucho que trabajar, investigar y probar hasta que los resultados sean los correctos y nos puedan decir que vamos por el buen camino hacia la sostenibilidad, impulsando políticas de transformación y modernización que hagan de ciudad de Madrid una ciudad competitiva, productiva y sostenible, en aspectos como en lo económico, ambiental y social.

El camino hacia la transformación, no es solo de las propias Administraciones Públicas quienes tienen la responsabilidad de hacerlo sino que deben intervenir más agentes como el sector privado, éste tiene mucho que decir y mantiene un papel muy importante, y sobre todo la ciudadanía para que esto funcione y vaya por el buen camino. Se tendrán que dar la mano ambas partes, administraciones y empresas, para llegar a consensos y que esto vaya para adelante. La ciudadanía es el tercer pilar en el que se sustenta esta transformación, se deberá transmitir y hacer llegar a los ciudadanos el proceso de transformación con el fin de satisfacer sus necesidades más vitales y que se hagan más eficientes y eficaces. Si conseguimos transmitir bien, llegar hacia los ciudadanos, saber y preguntar qué es lo que quieren y necesitan para que sus necesidades mejoren, podremos así cambiar la conducta de los ciudadanos para que sea más responsable y así llegar al éxito.

El futuro de Madrid dependerá de la capacidad para avanzar y alcanzar los objetivos propuestos en las áreas que se han desarrollado en temas anteriores. Así mismo, serán los responsables municipales los que tendrán la responsabilidad de evaluar el grado

de madurez de sus iniciativas de transformación, obtener información y llevar a cabo sus planes de desarrollo.

Se deberá de empezar a dar los primeros pasos para conseguir una ciudad del futuro, se ha desarrollado con este proyecto una dirección para conseguirlo. La región de Madrid debe modernizar sus infraestructuras para poder enfrentarse y responder a retos en ámbitos como movilidad, energía y medio ambiente y el agua, como a las principales preocupaciones de los ciudadanos, con la finalidad de establecer los sistemas necesarios capaces de gestionar y aprovechar de la mejor forma posible la información que la ciudad nos proporciona.

Hoy por hoy, el que sea Madrid una ciudad inteligente es una necesidad y no puede quedarse atrás debido a su expansión demográfica en los últimos años, a la vez de un consumo agresivo de los recursos además de limitados como puede ser el agua. Se tendrá que hacer un gran esfuerzo y un compromiso por parte de todos para que sea el concepto de ciudad inteligente una realidad.

PARTE III

DOCUMENTOS COMPLEMENTARIOS

Capítulo 15














15. Planificación temporal del proyecto

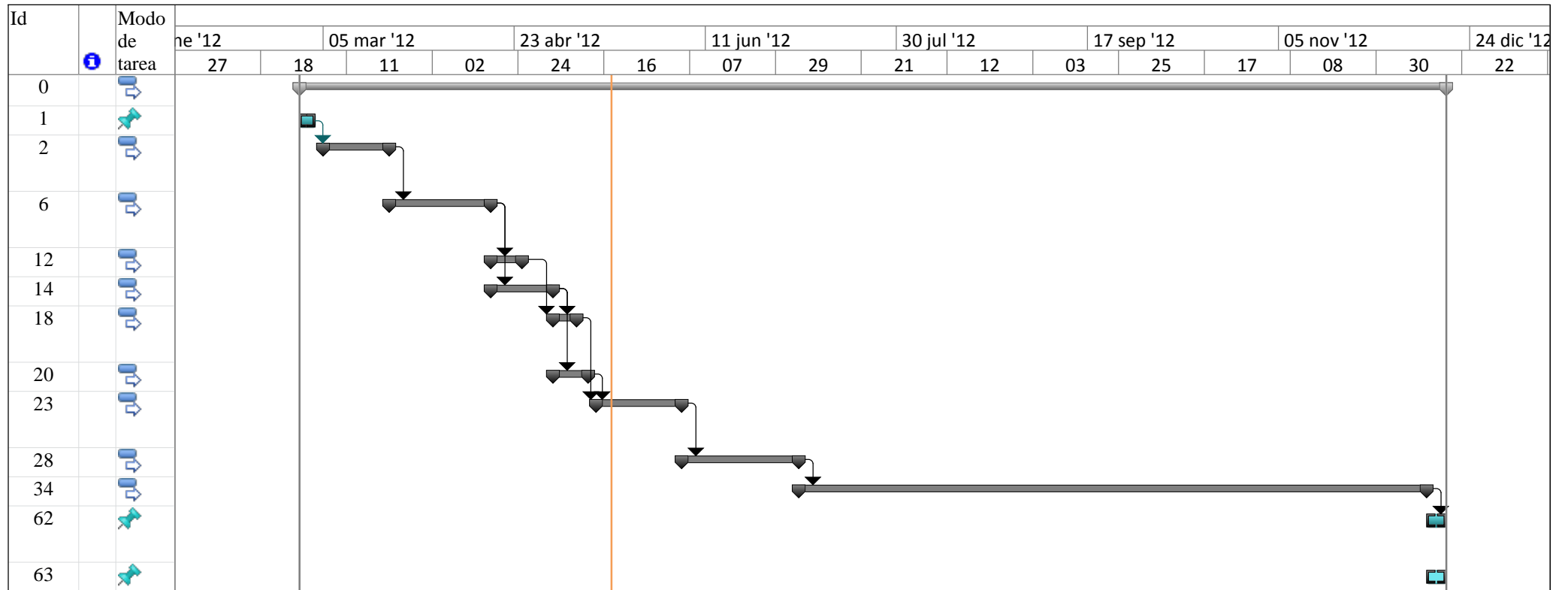
15.1. Diagrama de Gantt

A continuación, se muestra la planificación temporal del proyecto (Diagrama de Gantt), desglosado en cada una de las actividades para su desarrollo junto con una duración en días aproximada para su elaboración.

Para la obtención del diagrama de Gantt se ha tenido en cuenta un calendario laboral con las siguientes características:

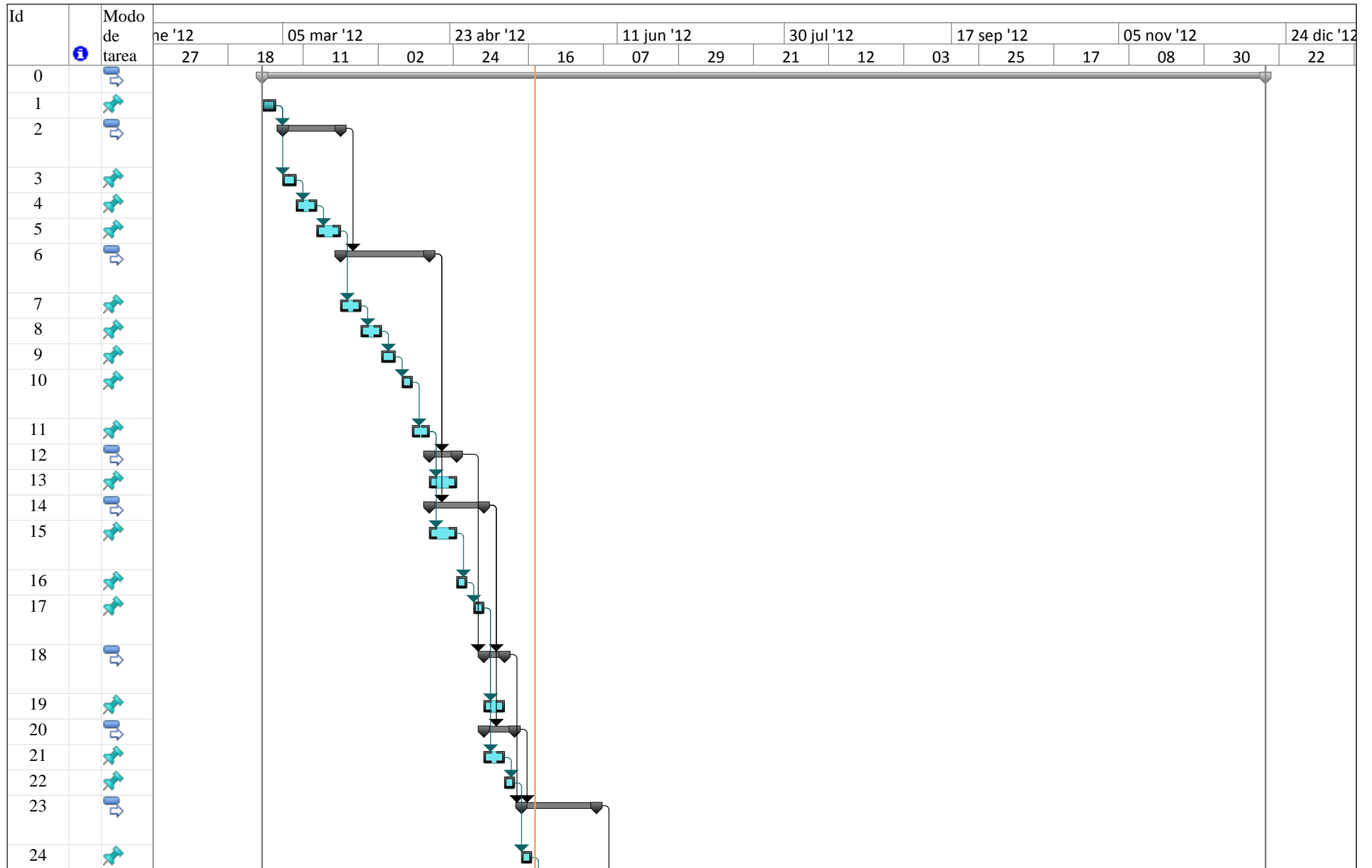
- Jornada laboral de 8 horas.
- 5 días laborales a la semana.

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	16 ene '12	
							05	27
0		Proyecto Smart Madrid	210 días	mar 28.02.12	lun 17.12.12			
1		Evolución de las ciudades	4 días	mar 28.02.12	vie 02.03.12			
2		Información para el concepto de Ciudad Inteligente	13 días	lun 05.03.12	mié 21.03.12	1		
6		Tecnologías necesarias para la Ciudad Inteligente	18 días	jue 22.03.12	lun 16.04.12	2		
12		Ecosistema de la Ciudad Inteligente	6 días	mar 17.04.12	mar 24.04.12	6		
14		Modelo de una Ciudad Inteligente	12 días	mar 17.04.12	mié 02.05.12	6		
18		Elemento clave para la creación de una Ciudad Inteligente	4 días	jue 03.05.12	mar 08.05.12	14;12		
20		Potencial de una Ciudad Inteligente	7 días	jue 03.05.12	vie 11.05.12	14		
23		Análisis de las ciudades inteligentes en España	16 días	lun 14.05.12	lun 04.06.12	20;18		
28		Comunicaciones en la Ciudad Inteligente	22 días	mar 05.06.12	mié 04.07.12	23		
34		Madrid: Ciudad Inteligente	115 días	jue 05.07.12	mié 12.12.12	31;28		
62		Impacto de una Ciudad Inteligente en el sector industrial	3 días	jue 13.12.12	lun 17.12.12	59;61;34		
63		Recomendaciones	3 días	jue 13.12.12	lun 17.12.12	61		



Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	16 ene '12	
							05	27
0		Proyecto Smart Madrid	210 días	mar 28.02.12	lun 17.12.12			
1		Evolución de las ciudades	4 días	mar 28.02.12	vie 02.03.12			
2		Información para el concepto de Ciudad Inteligente	13 días	lun 05.03.12	mié 21.03.12	1		
3		Concepto de Ciudad Inteligente	4 días	lun 05.03.12	jue 08.03.12	1		
4		¿Porqué son necesarias?	4 días	vie 09.03.12	mié 14.03.12	3		
5		La realidad de las Ciudades Inteligentes	5 días	jue 15.03.12	mié 21.03.12	4		
6		Tecnologías necesarias para la Ciudad Inteligente	18 días	jue 22.03.12	lun 16.04.12	2		
7		Tecnologías para la recolección de datos	4 días	jue 22.03.12	mar 27.03.12	5		
8		Tecnologías para la recopilación de datos	4 días	mié 28.03.12	lun 02.04.12	7		
9		Tecnologías para la transmisión de datos	4 días	mar 03.04.12	vie 06.04.12	8		
10		Tecnologías para el almacenamiento y análisis de los datos	3 días	lun 09.04.12	mié 11.04.12	9		
11		Tecnologías para la provisión de datos	3 días	jue 12.04.12	lun 16.04.12	10		
12		Ecosistema de la Ciudad Inteligente	6 días	mar 17.04.12	mar 24.04.12	6		
13		Ecosistema para la provisión de servicios	6 días	mar 17.04.12	mar 24.04.12	11		
14		Modelo de una Ciudad Inteligente	12 días	mar 17.04.12	mié 02.05.12	6		
15		Modelo de negocio de una Ciudad Inteligente	6 días	mar 17.04.12	mar 24.04.12	11		
16		Ciudades de nueva construcción	3 días	mié 25.04.12	vie 27.04.12	15		
17		Ciudades que afrontan cambios y modernizaciones	3 días	lun 30.04.12	mié 02.05.12	16		
18		Elemento clave para la creación de una Ciudad Inteligente	4 días	jue 03.05.12	mar 08.05.12	14;12		
19		Pacto de los alcaldes	4 días	jue 03.05.12	mar 08.05.12	17		
20		Potencial de una Ciudad Inteligente	7 días	jue 03.05.12	vie 11.05.12	14		
21		Reducción de emisiones	4 días	jue 03.05.12	mar 08.05.12	17		
22		Beneficios	3 días	mié 09.05.12	vie 11.05.12	21		
23		Análisis de las ciudades inteligentes en España	16 días	lun 14.05.12	lun 04.06.12	20;18		
24		Metodología	3 días	lun 14.05.12	mié 16.05.12	22		

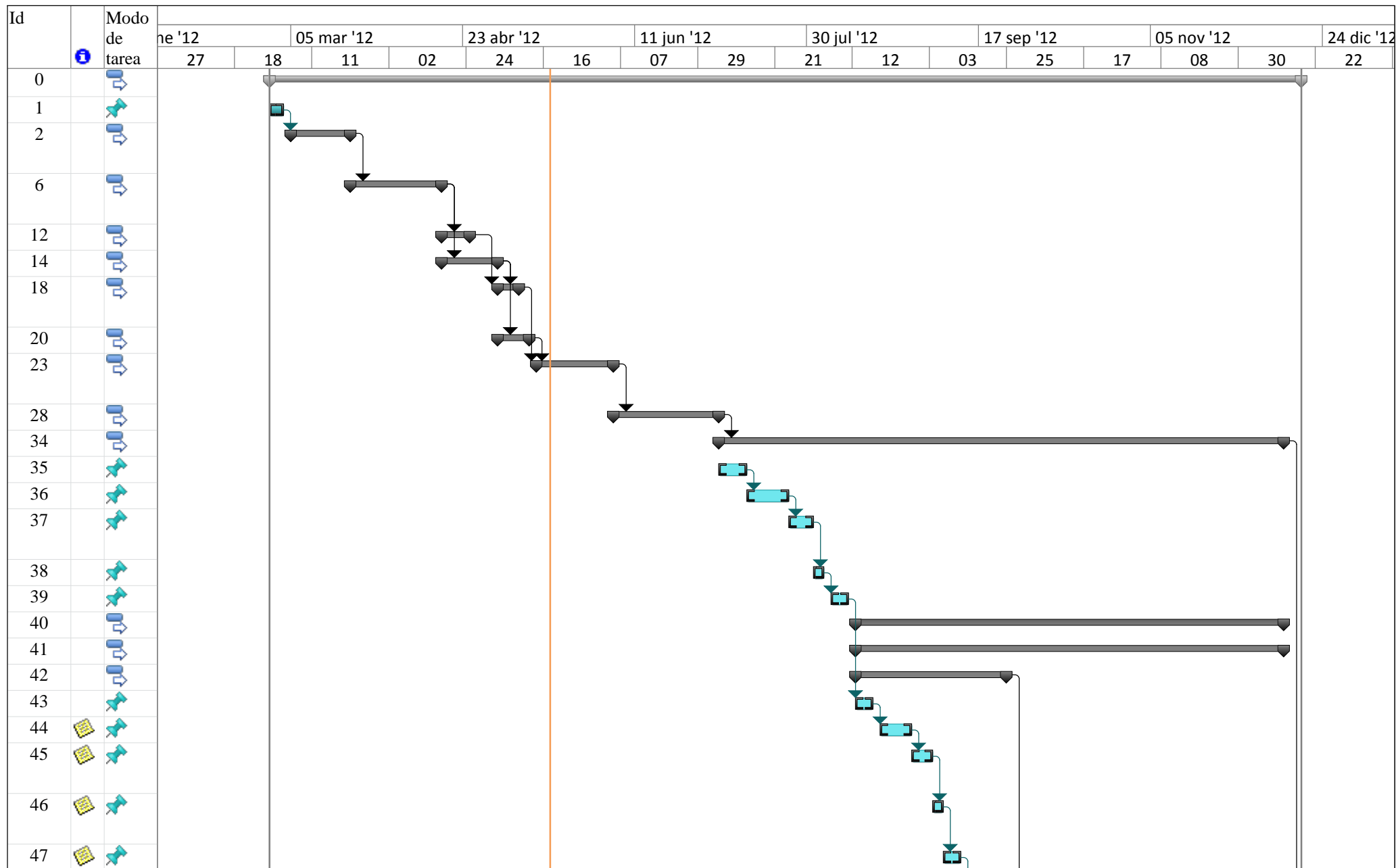
Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	16 ene '12	
							05	27
25		Ranking de las mejores ciudades de España	3 días	jue 17.05.12	lun 21.05.12	24		
26		Descripción de las cinco mejores ciudades	6 días	mar 22.05.12	mar 29.05.12	25		
27		Matriz de las ciudades	4 días	mié 30.05.12	lun 04.06.12	26		
28		Comunicaciones en la Ciudad Inteligente	22 días	mar 05.06.12	mié 04.07.12	23		
29		Tecnologías de la Información y las Comunicaciones	22 días	mar 05.06.12	mié 04.07.12			
30		Documentación	9 días	mar 05.06.12	vie 15.06.12	27		
31		Tecnologías para la Ciudad Inteligente	13 días	lun 18.06.12	mié 04.07.12			
32		Tecnologías de banda ancha cableadas	5 días	lun 18.06.12	vie 22.06.12	30		
33		Tecnologías de banda ancha inalámbricas	8 días	lun 25.06.12	mié 04.07.12	32		
34		Madrid: Ciudad Inteligente	115 días	jue 05.07.12	mié 12.12.12	31;28		
62		Impacto de una Ciudad Inteligente en el sector industrial	3 días	jue 13.12.12	lun 17.12.12	59;61;34		
63		Recomendaciones	3 días	jue 13.12.12	lun 17.12.12	61		




Id	Modo de tarea	ne '12		05 mar '12		23 abr '12		11 jun '12		30 jul '12		17 sep '12		05 nov '12		24 dic '12	
		27	18	11	02	24	16	07	29	21	12	03	25	17	08	30	22
25																	
26																	
27																	
28																	
29																	
30																	
31																	
32																	
33																	
34																	
62																	
63																	

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	16 ene '12	
							05	27
0		Proyecto Smart Madrid	210 días	mar 28.02.12	lun 17.12.12			
1		Evolución de las ciudades	4 días	mar 28.02.12	vie 02.03.12			
2		Información para el concepto de Ciudad Inteligente	13 días	lun 05.03.12	mié 21.03.12	1		
6		Tecnologías necesarias para la Ciudad Inteligente	18 días	jue 22.03.12	lun 16.04.12	2		
12		Ecosistema de la Ciudad Inteligente	6 días	mar 17.04.12	mar 24.04.12	6		
14		Modelo de una Ciudad Inteligente	12 días	mar 17.04.12	mié 02.05.12	6		
18		Elemento clave para la creación de una Ciudad Inteligente	4 días	jue 03.05.12	mar 08.05.12	14;12		
20		Potencial de una Ciudad Inteligente	7 días	jue 03.05.12	vie 11.05.12	14		
23		Análisis de las ciudades inteligentes en España	16 días	lun 14.05.12	lun 04.06.12	20;18		
28		Comunicaciones en la Ciudad Inteligente	22 días	mar 05.06.12	mié 04.07.12	23		
34		Madrid: Ciudad Inteligente	115 días	jue 05.07.12	mié 12.12.12	31;28		
35		Iniciativa	6 días	jue 05.07.12	jue 12.07.12	33		
36		Situación actual de Madrid	8 días	vie 13.07.12	mar 24.07.12	35		
37		Necesidades para ser una Ciudad Inteligente	5 días	mié 25.07.12	mar 31.07.12	36		
38		Proceso de transformación	3 días	mié 01.08.12	vie 03.08.12	37		
39		Retos y amenazas	5 días	lun 06.08.12	vie 10.08.12	38		
40		Servicios de la Ciudad Inteligente	88 días	lun 13.08.12	mié 12.12.12			
41		Áreas temáticas	88 días	lun 13.08.12	mié 12.12.12			
42		Movilidad	31 días	lun 13.08.12	lun 24.09.12			
43		Documentación	5 días	lun 13.08.12	vie 17.08.12	39		
44		Gestión del tráfico	7 días	lun 20.08.12	mar 28.08.12	43		
45		Vehículo Eléctrico y sus infraestructuras	4 días	mié 29.08.12	lun 03.09.12	44		
46		Gestión de la movilidad integrada	3 días	mar 04.09.12	jue 06.09.12	45		
47		Transporte Público	3 días	vie 07.09.12	mar 11.09.12	46		

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	16 ene '12	
							05	27
48	 	Gestión de plazas de aparcamiento	6 días	mié 12.09.12	mié 19.09.12	47		
49	 	Gestión de semáforos inteligentes	3 días	jue 20.09.12	lun 24.09.12	48		
50	 	Energía y Medio Ambiente	29 días	mar 25.09.12	vie 02.11.12	42		
51	 	Documentación	9 días	mar 25.09.12	vie 05.10.12	49		
52	 	Contadores inteligentes	8 días	lun 08.10.12	mié 17.10.12	51		
53	 	Gestión inteligente del Alumbrado público	6 días	jue 18.10.12	jue 25.10.12	52		
54	 	Gestión de residuos	6 días	vie 26.10.12	vie 02.11.12	53		
55	 	Edificación	20 días	lun 05.11.12	vie 30.11.12	50		
56	 	Documentación	8 días	lun 05.11.12	mié 14.11.12	54		
57	 	Gestión de edificios e Inmótica	5 días	jue 15.11.12	mié 21.11.12	56		
58	 	Edificación sostenible y ecológica	7 días	jue 22.11.12	vie 30.11.12	57		
59	 	Agua	8 días	lun 03.12.12	mié 12.12.12	55		
60	 	Documentación	4 días	lun 03.12.12	jue 06.12.12	58		
61	 	Gestión Inteligente del riego en parques y jardines	4 días	vie 07.12.12	mié 12.12.12	60		
62	 	Impacto de una Ciudad Inteligente en el sector industrial	3 días	jue 13.12.12	lun 17.12.12	59;61;34		
63	 	Recomendaciones	3 días	jue 13.12.12	lun 17.12.12	61		

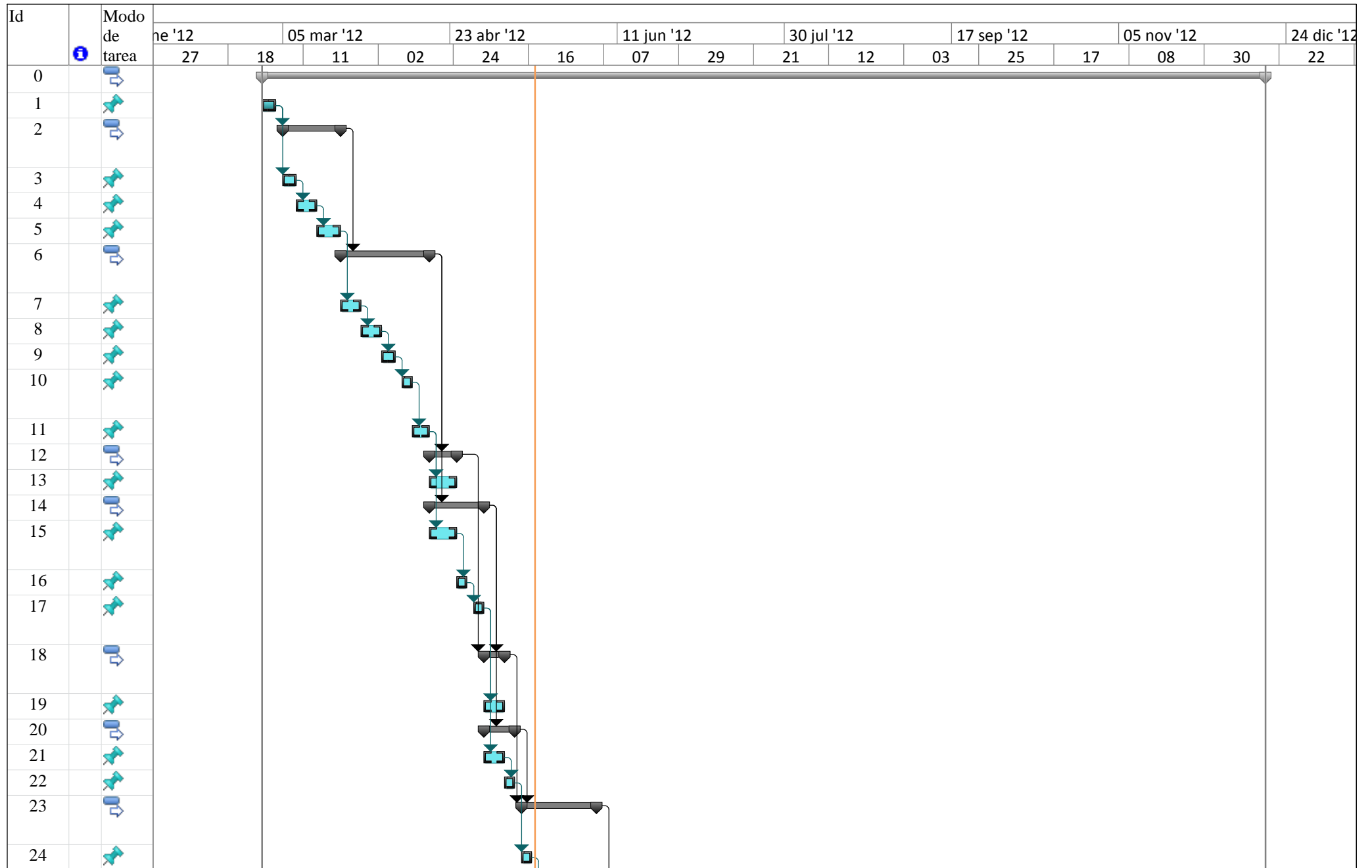


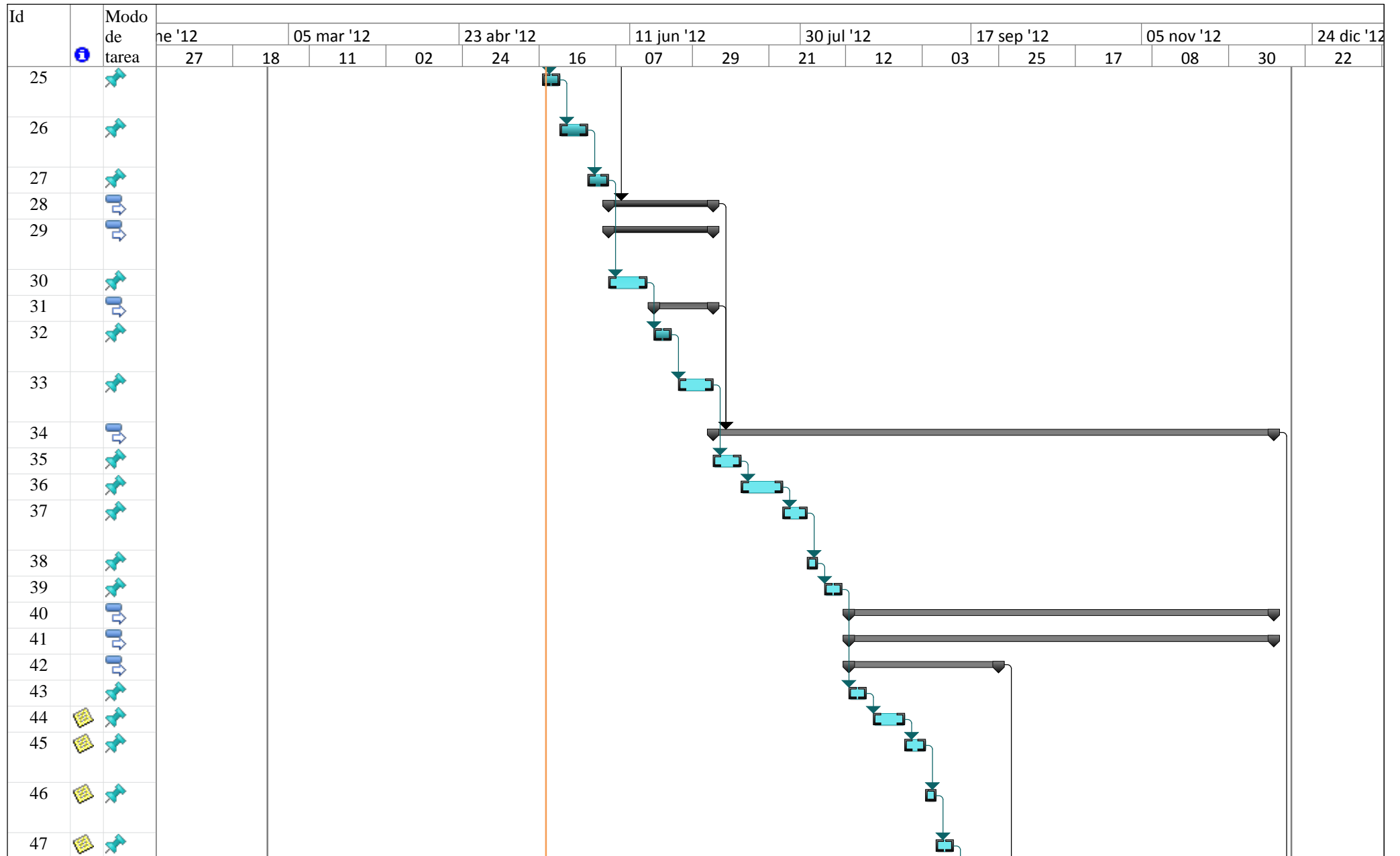
Id	Modo de tarea	ene '12		05 mar '12		23 abr '12		11 jun '12		30 jul '12		17 sep '12		05 nov '12		24 dic '12
		27	18	11	02	24	16	07	29	21	12	03	25	17	08	30
48																
49																
50																
51																
52																
53																
54																
55																
56																
57																
58																
59																
60																
61																
62																
63																

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	16 ene '12	
							05	27
0		Proyecto Smart Madrid	210 días	mar 28.02.12	lun 17.12.12			
1		Evolución de las ciudades	4 días	mar 28.02.12	vie 02.03.12			
2		Información para el concepto de Ciudad Inteligente	13 días	lun 05.03.12	mié 21.03.12	1		
3		Concepto de Ciudad Inteligente	4 días	lun 05.03.12	jue 08.03.12	1		
4		¿Porqué son necesarias?	4 días	vie 09.03.12	mié 14.03.12	3		
5		La realidad de las Ciudades Inteligentes	5 días	jue 15.03.12	mié 21.03.12	4		
6		Tecnologías necesarias para la Ciudad Inteligente	18 días	jue 22.03.12	lun 16.04.12	2		
7		Tecnologías para la recolección de datos	4 días	jue 22.03.12	mar 27.03.12	5		
8		Tecnologías para la recopilación de datos	4 días	mié 28.03.12	lun 02.04.12	7		
9		Tecnologías para la transmisión de datos	4 días	mar 03.04.12	vie 06.04.12	8		
10		Tecnologías para el almacenamiento y análisis de los datos	3 días	lun 09.04.12	mié 11.04.12	9		
11		Tecnologías para la provisión de datos	3 días	jue 12.04.12	lun 16.04.12	10		
12		Ecosistema de la Ciudad Inteligente	6 días	mar 17.04.12	mar 24.04.12	6		
13		Ecosistema para la provisión de servicios	6 días	mar 17.04.12	mar 24.04.12	11		
14		Modelo de una Ciudad Inteligente	12 días	mar 17.04.12	mié 02.05.12	6		
15		Modelo de negocio de una Ciudad Inteligente	6 días	mar 17.04.12	mar 24.04.12	11		
16		Ciudades de nueva construcción	3 días	mié 25.04.12	vie 27.04.12	15		
17		Ciudades que afrontan cambios y modernizaciones	3 días	lun 30.04.12	mié 02.05.12	16		
18		Elemento clave para la creación de una Ciudad Inteligente	4 días	jue 03.05.12	mar 08.05.12	14;12		
19		Pacto de los alcaldes	4 días	jue 03.05.12	mar 08.05.12	17		
20		Potencial de una Ciudad Inteligente	7 días	jue 03.05.12	vie 11.05.12	14		
21		Reducción de emisiones	4 días	jue 03.05.12	mar 08.05.12	17		
22		Beneficios	3 días	mié 09.05.12	vie 11.05.12	21		
23		Análisis de las ciudades inteligentes en España	16 días	lun 14.05.12	lun 04.06.12	20;18		
24		Metodología	3 días	lun 14.05.12	mié 16.05.12	22		

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	16 ene '12	
							05	27
25		Ranking de las mejores ciudades de España	3 días	jue 17.05.12	lun 21.05.12	24		
26		Descripción de las cinco mejores ciudades	6 días	mar 22.05.12	mar 29.05.12	25		
27		Matriz de las ciudades	4 días	mié 30.05.12	lun 04.06.12	26		
28		Comunicaciones en la Ciudad Inteligente	22 días	mar 05.06.12	mié 04.07.12	23		
29		Tecnologías de la Información y las Comunicaciones	22 días	mar 05.06.12	mié 04.07.12			
30		Documentación	9 días	mar 05.06.12	vie 15.06.12	27		
31		Tecnologías para la Ciudad Inteligente	13 días	lun 18.06.12	mié 04.07.12			
32		Tecnologías de banda ancha cableadas	5 días	lun 18.06.12	vie 22.06.12	30		
33		Tecnologías de banda ancha inalámbricas	8 días	lun 25.06.12	mié 04.07.12	32		
34		Madrid: Ciudad Inteligente	115 días	jue 05.07.12	mié 12.12.12	31;28		
35		Iniciativa	6 días	jue 05.07.12	jue 12.07.12	33		
36		Situación actual de Madrid	8 días	vie 13.07.12	mar 24.07.12	35		
37		Necesidades para ser una Ciudad Inteligente	5 días	mié 25.07.12	mar 31.07.12	36		
38		Proceso de transformación	3 días	mié 01.08.12	vie 03.08.12	37		
39		Retos y amenazas	5 días	lun 06.08.12	vie 10.08.12	38		
40		Servicios de la Ciudad Inteligente	88 días	lun 13.08.12	mié 12.12.12			
41		Áreas temáticas	88 días	lun 13.08.12	mié 12.12.12			
42		Movilidad	31 días	lun 13.08.12	lun 24.09.12			
43		Documentación	5 días	lun 13.08.12	vie 17.08.12	39		
44		Gestión del tráfico	7 días	lun 20.08.12	mar 28.08.12	43		
45		Vehículo Eléctrico y sus infraestructuras	4 días	mié 29.08.12	lun 03.09.12	44		
46		Gestión de la movilidad integrada	3 días	mar 04.09.12	jue 06.09.12	45		
47		Transporte Público	3 días	vie 07.09.12	mar 11.09.12	46		



















Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	16 ene '12	
							05	27
48		Gestión de plazas de aparcamiento	6 días	mié 12.09.12	mié 19.09.12	47		
49		Gestión de semáforos inteligentes	3 días	jue 20.09.12	lun 24.09.12	48		
50		Energía y Medio Ambiente	29 días	mar 25.09.12	vie 02.11.12	42		
51		Documentación	9 días	mar 25.09.12	vie 05.10.12	49		
52		Contadores inteligentes	8 días	lun 08.10.12	mié 17.10.12	51		
53		Gestión inteligente del Alumbrado público	6 días	jue 18.10.12	jue 25.10.12	52		
54		Gestión de residuos	6 días	vie 26.10.12	vie 02.11.12	53		
55		Edificación	20 días	lun 05.11.12	vie 30.11.12	50		
56		Documentación	8 días	lun 05.11.12	mié 14.11.12	54		
57		Gestión de edificios e Inmótica	5 días	jue 15.11.12	mié 21.11.12	56		
58		Edificación sostenible y ecológica	7 días	jue 22.11.12	vie 30.11.12	57		
59		Agua	8 días	lun 03.12.12	mié 12.12.12	55		
60		Documentación	4 días	lun 03.12.12	jue 06.12.12	58		
61		Gestión Inteligente del riego en parques y jardines	4 días	vie 07.12.12	mié 12.12.12	60		
62		Impacto de una Ciudad Inteligente en el sector industrial	3 días	jue 13.12.12	lun 17.12.12	59;61;34		
63		Recomendaciones	3 días	jue 13.12.12	lun 17.12.12	61		





Id	Modo de tarea	ene '12		05 mar '12		23 abr '12		11 jun '12		30 jul '12		17 sep '12		05 nov '12		24 dic '12	
		27	18	11	02	24	16	07	29	21	12	03	25	17	08	30	22
48																	
49																	
50																	
51																	
52																	
53																	
54																	
55																	
56																	
57																	
58																	
59																	
60																	
61																	
62																	
63																	

Proyecto: Proyecto Smart Madrid
Fecha: vie 18.05.12

Tarea		Hito externo		Informe de resumen manual	
División		Tarea inactiva		Resumen manual	
Hito		Hito inactivo		Sólo el comienzo	
Resumen		Resumen inactivo		Sólo fin	
Resumen del proyecto		Tarea manual		Fecha límite	
Tareas externas		Sólo duración		Progreso	

44 Gestión del tráfico

El servicio de gestión de tráfico, es un servicio que le facilitaría la movilidad por las calles de Madrid a los usuarios. Para poder desplegarlo, sería conveniente al principio que fuera en una zona poco transitada por vehículos y que además fueran zonas fáciles para moverse, como podría ser el distrito de Hortaleza, Villaverde o incluso en algunos barrios de Fuencarral, como Las Tablas y Sanchinarro, que son barrios de nueva construcción.

45 Vehículo Eléctrico y sus infraestructuras

En el tema del vehículo eléctrico, sería aconsejable que se implantara poco a poco por toda la ciudad de Madrid, que toda las gasolineras de Madrid tuviera al menos un punto de recarga, y calles principales que cruzan la ciudad como la Castellana, Paseo del Prado, Calle Alcalá, Princesa, etc. tuvieran a lo largo de la calle varios puntos de recarga, para que fuera más accesible llegar hasta ellas.

46 Gestión de la movilidad integrada

La gestión de movilidad integrada hace referencia a aquellos servicios orientados a los ciudadanos a la hora de moverse a pie por la ciudad. Aplicaciones o servicios que ayudar al vía-andante a moverse por las calles de Madrid, dándole opciones e información, acerca de dónde está y por dónde se mueve ya sea a pie o mediante el transporte público.

47 Transporte Público

La red de transporte público de Madrid es muy amplia, pero es mejorable, la sustitución gradual de la flota de vehículos públicos de autobuses, por ejemplo, por otros vehículos nuevos que usarán otro tipo de energía mucho menos contaminante, además de tener las más modernas medidas de confort, seguridad, y accesibilidad, vehículos que fueran eléctricos, propulsados por gas natural o incluso híbridos que son más ecológicos. Estos autobuses emiten menos contaminación acústica, y menos gases CO2 a la atmosfera.

48 Gestión de plazas de aparcamiento

Para el funcionamiento de este sistema es conveniente en un principio, que la zona sea poco transitada por vehículos, para que se pudiera poner en práctica. El barrio de Villaverde, Las Tablas o incluso en Sanchinarro, serían unas buenas zonas, sobre todo, los nuevos PAUs repartidos por la ciudad, ya que son zonas poco transitadas por vehículos, las calles son amplias, con buena visibilidad, además de ser calles “ordenadas”. También podría implantarse en Moratalaz. Tras un tiempo, se vería la acogida que ha tenido el nuevo sistema por parte de los usuarios para poderlo ampliar a otras zonas de Madrid.

49 Gestión de semáforos inteligentes

Con este servicio se pretende tener un mayor control en los semáforos y en los cruces, con la finalidad de dar al peatón más seguridad a la hora de cruzar la calle y facilitando la circulación. Este servicio, se podría implantar en las calles donde se registre un nivel alto de circulación de vehículos y de peatones, por ejemplo en las calle de Castellana, Gran Vía, Atocha, Princesa, Plaza España, Alcalá, y más concretamente en el cruce entre Cibeles y Paseo del Prado. También, se podría implantar en los semáforos donde hubiera colegios, universidades, centros comerciales, parques, etc.

52 Contadores inteligentes

El servicio de contadores inteligentes, es un servicio que haría a los ciudadanos ahorrar en la factura de la luz, ya que sabrían en todo momento el consumo que llevan y su factura sería más exacta, se evitaría la estimación de una factura a otra. Este servicio se podría poner en los edificios que

tuvieran un buen acceso, para el cambio de los contadores y no molestar al resto de los ciudadanos en cuestión de las obras, movilidad, etc. Las zonas serían, por ejemplo, la zona este de Madrid, por ser una zona donde los edificios son grandes y bien accesibles a los contadores. Albergaría los distritos de San Blas, Hortaleza. También sería factible en ponerlo en los nuevos PAUS de Madrid como puede ser Vallecas, Villaverde, Barajas.

53 Gestión inteligente del Alumbrado público

Este sistema de gestión inteligente de alumbrado público, se podría implantar en la M-40, ya que se podría gestionar las luminarias de la autopista en función del tráfico existente en ese momento. El servicio se implantaría por fases.

54 Gestión de residuos

El servicio de gestión de recogida de residuos, sería factible implantarlo en la zona centro de Madrid, ya que ahorraría molestias a los ciudadanos en cuestión de movilidad, los vehículos son demasiado grandes para pasar por ciertas calles, y callejear por las calles del centro supone un gran conocimiento de las calles y habilidad, además de la reducción de olores, ruidos, etc. Las zonas serían por ejemplo la zona centro de Madrid que alberga, distritos con sus barrios de Centro, Arganzuela, Tetuán, Retiro, Salamanca.

57 Gestión de edificios e Inmótica

La gestión eficiente de edificios y la inmótica, son dos servicios que ahorrarían mucho dinero en la industria, sobre todo en los polígonos industriales de la ciudad de Madrid, como pueden ser: Parque de las Naciones, Julián Camarillo o incluso el polígono de las Mercedes, Castellana, edificios de oficinas de la M-30, etc.

58 Edificación sostenible y ecológica

La edificación sostenible y ecológica de los edificios, se debería implantar en los edificios de nueva construcción de la ciudad de Madrid.

61 Gestión Inteligente del riego en parques y jardines

Madrid posee una gran cantidad de parques y jardines, y el sistema de gestión inteligente de agua en parques y jardines, gestionaría de una forma eficientes los recursos hídricos de la ciudad, por lo que convendría implantarlo en los parques y jardines de Moncloa, Parque del Retiro, Parque Juan Carlos I, Plaza España, Canillejas, Vicálvaro, Ciudad Universitaria, etc.

Capítulo 16

16. Presupuesto del proyecto

En esta sección, se mostrará el presupuesto requerido para dicho proyecto, incluyendo todos los gastos necesarios para su total elaboración, así como el personal requerido y los recursos materiales para su desarrollo.

El proyecto ha sido realizado por una única persona, el cual realizó las diferentes actividades para desarrollar el proyecto.

Para la realización del proyecto se ha tenido en cuenta, jornadas laborales de 8 horas, trabajando de lunes a viernes. Suponiendo 20 días hábiles de media por cada mes, el proyecto tiene una duración de 210 días.

A la vez se detallarán los roles de cada persona que se necesitarán, así como su coste por día.

16.1. Roles desempeñados para el proyecto

En la siguiente tabla se muestra los diferentes roles, para el desarrollo del proyecto, además de sus costes por día.

El proyecto estará formado por cuatro personas; un jefe de proyecto, dos ingenieros y un ayudante.

Tabla de salarios

Perfil	Coste por día
Jefe de proyecto	600 €/día
Ingeniero	400 €/día
Ayudante	250 €/día

16.2. Gastos de personal imputables al proyecto

La siguiente tabla muestra el coste total por cada rol para la realización total del proyecto. Así como el coste total del proyecto referido al personal.

Tabla de gastos de personal

Perfil	Coste al día (€/día)	Duración del proyecto (días)	Número de personas	Costes total del proyecto (€)
Jefe de proyecto	600	210	1	126.000 €
Ingeniero	400	210	2	168.000 €
Ayudante	250	210	1	52.500 €
Total coste personal en el proyecto				346.500 €

Se ha tenido en cuenta la amortización del proyecto a 3 años.

$$\text{Amortización mensual: } \frac{\text{Coste total del proyecto (€)}}{3 \text{ (años)} \times 12 \text{ meses}} = \frac{346.500 \text{ €}}{36 \text{ meses}} = 9.625 \frac{\text{€}}{\text{mes}}$$

16.3. Recursos de materiales empleados

En la siguiente tabla se detalla el material y el software empleado para el desarrollo del proyecto. Además, del precio total de cada uno de ellos. Los precios incluyen I.V.A.

Tabla de recursos materiales y software

Producto	Unidades	Precio (€)	Total
Ordenador portátil TOSHIBA	4	1.200 €	4.800 €
Microsoft Office Professional 2010	1	700 €	700 €
Microsoft Project Professional 2010	1	600 €	600 €
Total del coste			6.100 €

Se ha tenido en cuenta la amortización del material de un año.

$$\text{Amortización mensual: } \frac{6.100 \text{ €}}{12 \text{ meses} \times 1 \text{ año}} = 508.33 \text{ €/mes}$$

16.4. Resumen del presupuesto

Presupuesto total = costes personal + coste de material

$$= 346.500 \text{ €} + 6.100 \text{ €} = 352.600 \text{ €}$$

El presupuesto total del proyecto realizado es de **352.600 €**

Apéndices

Apéndice A. **Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER)**

Apéndice B. **Programa de Fomento de la Investigación Técnica (PROFIT)**

Apéndice A

Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER)

El *Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER)* es un instrumento financiero de la Comisión Europea cuya finalidad es fortalecer la cohesión económica y social en la Unión Europea corrigiendo los principales desequilibrios entre sus regiones por medio de un apoyo al desarrollo y al ajuste estructural de las economías regionales, incluida la reconversión de las regiones industriales en declive y de las regiones menos desarrolladas. Estos fondos son subvenciones a fondo perdido, siendo gestionados directamente por las administraciones públicas (central, autonómica y local) teniendo cada una de ellas un cupo de fondos asignados a priori para realizar proyectos en la zona.

Sus objetivos y prioridades son los siguientes:

- La investigación y el desarrollo tecnológico.
- La producción y la competencia de las empresas.
- La protección y mejora del medio ambiente y el fomento de la energía limpia y renovable.
- Infraestructuras para desarrollar la investigación, la innovación, las telecomunicaciones y el transporte.
- El desarrollo económico prestando especial atención a las zonas y personas menos favorecidas.
- Medidas de asistencia técnica.

El FEDER puede intervenir en tres objetivos de la política regional:

- **Convergencia.** En las regiones del objetivo “convergencia”, el FEDER concentra su intervención en la modernización y diversificación de las estructuras económicas así como la salvaguarda o la creación de empleos sostenibles, con actuaciones en diferentes ámbitos.

- **Competitividad regional y empleo.** Para el objetivo “competitividad regional y empleo”, las prioridades se agrupan en torno a la innovación y economía del conocimiento, al medio ambiente y prevención de riesgos y al acceso a los servicios de transporte y telecomunicaciones de interés económico general.
- **Cooperación territorial europea.** El FEDER concentra su ayuda en los ejes de desarrollo de actividades económicas y sociales transfronterizas, establecimiento y desarrollo de la cooperación transnacional y el fortalecimiento de la eficacia de la política regional.

Por otra parte, el FEDER presta especial atención a las características territoriales específicas. Intenta paliar los problemas económicos, medioambientales y sociales en las ciudades y actúa en zonas con desventajas geográficas naturales y zonas ultraperiféricas.

Las prioridades del Fondo Europeo de Desarrollo Regional son las siguientes:

- **Objetivo 1: desarrollo de la economía del conocimiento (I + D + i, Sociedad de la Información y TIC).** Promover la inversión en investigación y desarrollo tecnológico e impulsar la innovación. Facilitar la adopción de las nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación para las empresas, los ciudadanos y las Administraciones y servicios públicos.
- **Objetivo 2: desarrollo e innovación empresarial.** Estimular las iniciativas empresariales y el espíritu emprendedor. Impulsar la modernización y competitividad del tejido empresarial.
- **Objetivo 3: medio ambiente, entorno natural, recursos hídricos y prevención de riesgos.** Mejora de gestión de los recursos hídricos y del ciclo del agua. Gestión sostenible de los recursos naturales y mejora del tratamiento de los residuos. Protección y preservación del patrimonio natural y la biodiversidad. Prevención de los riesgos naturales.
- **Objetivo 4: transporte y energía.** Impulso de la utilización de las energías renovables, así como la mejora de las redes de transporte de energía.
- **Objetivo 5: desarrollo sostenible y urbano.** Fomento de un desarrollo urbano más sostenible. Valorización del patrimonio histórico y de los recursos culturales.
- **Objetivo 6: inversiones e infraestructuras sociales.** Impulsar la modernización de las infraestructuras del sistema educativo. Garantizar la

protección de todos aquellos ciudadanos que lo necesiten. Mejorar la provisión de los equipamientos sanitarios para el cuidado de la salud.

- **Objetivo 7: asistencia técnica.** Progresar en la mejora del servicio ofrecido al ciudadano, sin perder los referentes de eficiencia y eficacia. Ofrecer una información de calidad al ciudadano sobre las posibilidades que ofrece el programa. Contar con una administración fuerte y dinámica para aumentar el nivel de desarrollo económico.

Apéndice B

Programa de Fomento de la Investigación Técnica (PROFIT)

El *Programa de Fomento de la Investigación Técnica (PROFIT)* es un instrumento mediante el cual el Gobierno articula un conjunto de convocatorias de ayudas públicas, destinadas a estimular a las empresas y a otras entidades a llevar a cabo actividades de investigación y desarrollo tecnológico; según los objetivos establecidos en el Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica (I+D+I) 2004-2007, en la parte dedicada al Fomento de la Investigación Técnica.

El Plan Nacional de I+D+I 2004-2007 determina un conjunto de objetivos que pretenden, de forma general, contribuir a un mayor y más armónico desarrollo del sistema español de Ciencia-Tecnología-Empresa.

- Apoyo a Centros Tecnológicos.
- Desarrollo Industrial.
- Desarrollo Industrial (Proyecto Tractores).
- Desarrollo Industrial (Acciones complementarias cooperación internacional).
- Sector Textil-Confección.
- Tecnologías de la Sociedad de la Información.
- Tecnologías de la Sociedad de la Información (Proyectos Tractores del Plan Nacional de I+D+I).
- Tecnologías de la Sociedad de la Información (Proyectos y Acciones de Cooperación Internacional en I+D).
- Política Industrial TIC (Avanz@).
- Energía.

PROFIT Desarrollo Industrial (Acciones complementarias de cooperación internacional)

Las Acciones complementarias de cooperación internacional tiene el objetivo de favorecer la participación en el Programa Marco de la Comunidad Europea para acciones de investigación, demostración y desarrollo tecnológicos (IDT), en los programas EUREKA e IBEROEKA, y en otros programas internacionales de cooperación en

investigación científica y desarrollo tecnológico. Estas acciones complementarias solo corresponderán a las fases de promoción, difusión y definición de los proyectos.

Las Acciones complementarias de cooperación internacional a las que se refiere esta convocatoria podrán realizarse conforme a las modalidades definidas en el apartado séptimo.1 de la orden por la que se establecen las bases reguladoras de estas ayudas, que son las siguientes:

- Proyecto o actuación tecnológica individual.
- Proyecto o actuación tecnológica en cooperación.

PROFIT Desarrollo Industrial (Proyecto tractores)

Ayudas a proyectos plurianuales, de presupuesto superior a 2.000.000 de € que integren el desarrollo de tecnologías complejas y que estén liderados por una empresa con capacidad “de arrastre” entre los sectores (industriales y de servicios) asociados en la ejecución del proyecto.

En definitiva, aquellos que, de acuerdo con las especificaciones señaladas en el apartado cuarto de la orden de convocatoria, impliquen la creación o mejora del tejido industrial asociado a la cadena de valor del producto o servicio desarrollado por el proyecto.

PROFIT Apoyo a Centros Tecnológicos

Estas ayudas se dirigirán a las actuaciones y proyectos que presenten los Centros Tecnológicos encaminados a alguno de los siguientes objetivos:

- Potenciar las unidades de investigación, desarrollo tecnológico e innovación de los Centros Tecnológicos.
- Potenciar la realización de proyectos de I+D+I de mayor riesgo tecnológico.
- Apoyar la participación de los Centros Tecnológicos en Programas Internacionales, en especial el Programa Marco Europeo de apoyo a la I+D+I.
- Fomentar la cooperación entre Centros Tecnológicos para una mejor eficacia de los recursos existentes.

PROFIT Tecnologías de la Sociedad de la Información

El objetivo de este Programa en la convocatoria 1/2007 es apoyar y favorecer, a través de subvenciones y préstamos los proyectos y actuaciones no incluidos en Programas Internacionales de cooperación en investigación científica y desarrollo tecnológico que se realicen conforme a las siguientes tipologías:

- Proyectos de investigación industrial.
- Estudios de viabilidad técnica previos a actividades de investigación industrial o de desarrollo.
- Proyectos de desarrollo tecnológico.
- Actuaciones complementarias.

PROFIT Tecnologías de la Sociedad de la Información (Acciones de cooperación internacional en I+D)

El objetivo de este Programa en la convocatoria 2/2007 es apoyar y favorecer, a través de subvenciones y préstamos los proyectos y actuaciones incluidos en Programas Internacionales de Cooperación en investigación científica y desarrollo tecnológico que se realicen conforme a las siguientes tipologías:

- Proyectos de investigación industrial.
- Proyectos de desarrollo tecnológico.
- Acciones complementarias de cooperación internacional.

PROFIT Energía

Los objetivos del Programa Nacional de la Energía son:

- Garantizar con la investigación y el desarrollo el suministro energético de forma económica y respetuosa con el medioambiente, con criterios de eficiencia y calidad empleando las fuentes energéticas convencionales e introduciendo las tecnologías necesarias para optimizar su uso.
- Facilitar los medios científicos y tecnológicos que permitan incrementar la contribución de las energías renovables y las tecnologías energéticas emergentes de forma eficiente y competitiva para progresar en su integración en el sistema energético nacional.

PROFIT (Política Industrial TIC)

Ayudas para la realización de proyectos y actuaciones de I+D en el Área de Tecnologías de la Sociedad de la Información, con el fin de ejecutar las tres siguientes medidas de Política industrial de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) del Plan Avanza:

- Planificación anticipada de la demanda en TIC de las Administraciones Públicas.
- Mejora de la calidad del software y fomento de las Plataformas Tecnológicas Españolas.

Bibliografía

Ciudad Inteligente

- Las ciudades inteligentes del futuro: ¿puede la tecnología hacerlas más humanas? Beyond Smart Cities - Centro de Innovación BBVA.
- Ciudades eco-eficientes – La Vanguardia.
- Ciudades Digitales Inteligentes. Del e-Gobierno a la Sociedad del Conocimiento. Infotec.
- Smart Cities: Comunicación y Tecnología. Educación Electrónica para el nuevo milenio. Institute for Learning Technologies Teachers College.
- Smart City. Respondiendo a los retos energéticos del siglo XXI. <<http://www.smartcitymalaga.com>>
- Smart City. Las ciudades del mañana. Cataluña Empresarial. Diciembre – Enero 2012.
- Málaga Smart City: La hoja de ruta para su transformación en una ciudad inteligente. Smart Cities Madrid, España. Ayuntamiento de Málaga.
- En el marco del Smart City Expo&World Congress. Abertis Telecom. Nota de prensa.
- Smart Santander. <<http://www.smartsantander.eu>>
- Ciudades Inteligentes. El País. Octubre 2011.
- Ciudades Inteligentes. UOC Papers. Revista sobre la sociedad del conocimiento. Octubre, número 005. Universitat Oberta de Catalunya. España.
- Málaga. Smart sustainable city. Ayuntamiento de Málaga.
- Abertis Telecom e Indra desarrollarán ciudades inteligentes en Lleida y en Sant Cugat del Vallés. Abertis Telecom. Diciembre 2010.
- El avance de la ciudad inteligente. Accenture Outlook Avance. 2011.
- Smart Mobile Cities: Opportunities for Mobile Operators to Deliver Intelligent Cities. Accenture.
- Smart Cities ranking: An effective instrument for the positioning of cities. Revista ACE. Enero 2010.
- Smart Society. La necesaria evolución de las Smart Cities. La revista de Altran España. Noviembre 2011.
- Ciudades superdotadas. El País. Noviembre 2011.
- Ciudades inteligentes. El boletín de CIIAAS Septiembre, 2009.
- Las ciudades inteligentes ya están aquí. El País. Noviembre, 2011.
- Ciudades del futuro. Competencia global, liderazgo local. PriceWaterHouseCoopers. 2006.
- Ciudades más inteligentes. Hacia un nuevo modelo de eficiencia y sostenibilidad. IBM Global Business Services. IBM Institute for Business Value. IBM Corporation 2009.
- Campan Ciudad Inteligente. X Encuentro Iberoamericano de Ciudades Digitales – Veracruz México.

-
- Ciudades Inteligentes e Innovación en Servicios. UIMP. El control de los Servicios Urbanos. La mayor Innovación del Sector. Santander. Agosto, 2011.
 - Ciudades Inteligentes. Grupo de Smart Cities. Idom
 - New Trends for Smart Cities. Open Cities. Open Innovation Mechanisms in Smart Cities.
 - Smart Cities. Ciudades Inteligentes. Proyecto del MIT en Manresa. Dirección de Atención Ciudadana. Generalitat de Cataluña. Ayuntamiento de Manresa. Dossier de prensa. Electronic Lens.
 - Schnider Electric y Telvent muestran la ciudad inteligente en el Smart City Expo World Congress. Dossier de Prensa. Diciembre, 2011.
 - Programa INNOCAMPUS. Cuando la ciencia se aplica al desarrollo productivo y tecnológico. Universidad de Cantabria. Cantabria Campus Internacional. Campus de Excelencia Internacional.
 - Ciudades más inteligentes para un desarrollo sostenible. Cómo optimizar los sistemas de la ciudad en una economía basada en el talento. IBM Institute for Business Value. IBM Global Business Services. Informe Ejecutivo. IBM Corporation 2009.
 - ¿Vive en una ciudad inteligente? Cómo ayudar a las ciudades a medir su evolución. IBM Institute for Business Value. IBM Global Business Services. Informe Ejecutivo. IBM Corporation 2009.
 - Smart City o la ciudad en tiempo real: Buenas prácticas de eficiencia y sostenibilidad en la gestión de los servicios urbanos. Urbiotica. The city operating system.
 - Smart Cities: Cómo la sostenibilidad y el cloud computing van a cambiar tu ciudad y tu mundo. Gartner 2010.
 - Hitachi and Smart City. Weddell – Tropical, Sustainable, Livable Toward 2030: Conference and Design Forum. September, 2010.
 - Mapa Tecnológico. Ciudades Inteligentes. Observatorio Tecnológico de la Energía. Octubre, 2011. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. IDAE.
 - Un planeta más Inteligente. IBM México & LRC. IBM Corporation 2010.
 - Caso práctico: Ayuntamiento de Málaga. Smart Cities. Hacia una Economía Inteligente. Centro Municipal de Informática.
 - Information Marketplaces. The New Economics of Cities. The climate group. Accenture.
 - Cambio Global España 2020/50. Programa ciudades. Hacia un pacto de las ciudades españolas ante el cambio global. Noviembre, 2009.
 - Smart Cities: Un primer paso hacia la Internet de las Cosas. Fundación Telefónica. Telefónica 2011.

- Análisis de las Ciudades Inteligentes en España. IDC Analyze the Future. Septiembre, 2011.
- Ciudades Inteligentes (Smart Cities). Un primer paso del “Internet de las Cosas”. XII Encuentro iberoamericano de Ciudades Digitales. Fundación Telefónica. Telefónica. Septiembre, 2011.
- Smart 2020: Hacia la economía con niveles bajos carbono en la era de la información. The Climate Group. GeSI Global e-Sustainability Initiative. Informe del The Climate Group en nombre de la Global eSustainability Initiative. (GeSI). 2008.
- Ciudades Inteligentes. Revista sobre la sociedad del conocimiento. UOC Universitat Oberta de Catalunya. Octubre, 2007.
- Las ciudades inteligentes proporcionarán más calidad de vida. El Periódico +digital. Octubre, 2011. José María BELIL, Delegado regional de Siemens en Catalunya.
- Ciudades Inteligentes. La visión de IBM. IBM España. IBM Corporation 2011.
- Smart Cities: Oportunidad para la innovación de las ciudades. Situación actual Ayuntamiento de Santander.
- Smart Cities. Raconteur on. June, 2010.
- Smart cities. Ranking of European medium-sized cities. Final report. October, 2007.
- Smart City. Tecnologías emergentes para el funcionamiento urbano. Naider. Julio, 2011.
- El ciclo completo de la Ciudad Digital. Telefónica Soluciones. Desarrollo de la Sociedad de la Información. Telefónica. Mayo, 2005.
- Ciudades verdes. XI Encuentro iberoamericano de Ciudades Digitales. Fundación sociedad internet. Noviembre, 2010.
- Ideas para las ciudades inteligentes del futuro. Johannes Von Stritzky y Casilda Cabrerizo. Fundación IDEAS. Documentos de debate. Abril, 2011.
- Ciudad inteligente o Smart city | Suite101.net <<http://mercedes-tomas.suite101.net/ciudad-inteligente-o-smart-city-a68157>>
- Ciudades Inteligentes - Ciudades Inteligentes, la administración inteligente.
<http://www.ciudadesinteligentes.es/ilive/Main;jsessionid=EF960CEB6552744AE699B080FAA2A30A?ISUM_ID=center&ISUM_SCR=linkServiceScr&ISUM_CIPH=7Vr93ncmKNJ6167GsCnIz8qZCZiCPWVWvydMEIIPkhnBn9oDo3UHCAi2Zuwd8YKeSVZicUla5KU6%0AHQ9juq5PZ7SS74wa%2F%2FUh0l8VjkIpP%2BBPV18fAiCSLgPVcLEo6oDFxHtHdiBkOiv%2Bzlcmhgsq9Xgl%0ACz%2Bu1EYsDUjJ92rIsNIF8iAhKSGqkMGU2%2FAyuMpJB6Ry0D07JXdgqDFd29Yb7%2BZMwE%2BiWncgvrQA>

- [%0AqUX0XsJ0R0lmUzLMv7PgnoNXZHnn0btSr1%2FxBfleByJEUKh4mCIUq6yBNsIkbmDZBrZmSNzCq7W9%0AwBrgRA%3D%3D](http://www.lavanguardia.com/barcelona-metropolis/20111211/54240965631/barcelona-digital-i-d-lavanguardia.html)
- Ciudad Inteligente <<http://www.lavanguardia.com/barcelona-metropolis/20111211/54240965631/barcelona-digital-i-d-lavanguardia.html>>
 - Introducción a Smart Cities <<http://mediateca.fundacion.telefonica.com/visor.asp?e7625-a15464>>
 - Ciudades Digitales 2011 <<http://www.ciudadesdigitales2011.com/patrocinio.html>>
 - Smart Cities o como avanzar a un mundo feliz | Blog esPublico.es <<http://administracionpublica.com/smart-cities-o-como-avanzar-a-un-mundo-feliz/>>
 - 'Smart Cities', cuando la tecnología mejora las ciudades - 20minutos.es - El medio social <<http://www.20minutos.es/noticia/1073842/0/smart-cities/tecnologia/ciudad/>>
<<http://www.20minutos.es/noticia/1172577/0/ciudad-inteligente/espana/malaga/>>
 - Informes y Tendencias | La Catedral Innova <<http://www.lacatedralonline.es/innova/informes>>
 - Ayuntamiento de Madrid - Madrid, ciudad "inteligente" <<http://www.madrid.es/portales/munimadrid/es/Inicio/Ayuntamiento/Medios-de-Comunicacion/Notas-de-prensa/Madrid--ciudad-%22inteligente%22?vgnextfmt=default&vgnextoid=03e9d116a4fa2310VgnVCM1000000b205a0aRCRD&vgnnextchannel=6091317d3d2a7010VgnVCM100000dc0ca8c0RCRD>>
<<http://www.madrid.es/portales/munimadrid/es/Inicio/Buscador-Avanzado/Madrid-avanza-hacia-la-ciudad-inteligente?vgnextfmt=default&vgnextoid=c1d7befd6fb19210VgnVCM1000000b205a0aRCRD&vgnnextchannel=102f43db40317010VgnVCM100000dc0ca8c0RCRD>>
<<http://www.madrid.es/portales/munimadrid/es/Inicio/Ayuntamiento/Medios-de-Comunicacion/Notas-de-prensa/Madrid--una-ciudad-%E2%80%98smart%E2%80%99?vgnextfmt=default&vgnextoid=abc3ea9496516310VgnVCM1000000b205a0aRCRD&vgnnextchannel=6091317d3d2a7010VgnVCM100000dc0ca8c0RCRD>>
 - Smartcity | Sindikos <<http://www.sindikos.com/tag/smartcity/>>
 - «Las ciudades inteligentes no son una moda sino una necesidad» | PORTAL DE LA INNOVACIÓN DE NAVARRA <<http://www.navarrainnova.com/es/ponte-al-dia/innova-en-2-minutos/2011/12/20/24379.php>>
 - Anteverti :: Smart Cities <<http://www.anteverti.com/index.php?a=03>>

- 'Ciudades Inteligentes': la tecnología al servicio del ciudadano <<http://www.europapress.es/portaltic/sector/noticia-ciudades-inteligentes-tecnologia-servicio-ciudadano-20110601115204.html>>
- Smart | aecotic.org <<http://aecotic.org/?s=smart+&x=0&y=0>>
- Smartcity – Telefónica <<http://smartcity-telefonica.com/>>
- POR QUÉ LAS SMART CITIES AYUDARÁN A MEJORAR NUESTRA SOCIEDAD. DISEÑANDO HOY LA CIUDAD INTELIGENTE DEL MAÑANA.- « URBAN 360° por Pablo Sánchez Chillón (@PabloSChillon) <<http://urban360.me/2011/04/27/por-que-las-smart-cities-ayudaran-a-mejorar-el-mundo-disenando-hoy-la-ciudad-inteligente-del-manana/>>
- Debate y Conocimiento Artículos ¿Qué son las 'Smart Cities' o Ciudades Inteligentes? <http://sociedadinformacion.fundacion.telefonica.com/DYC/SHI_441-AFONDO-TID-Smart_cities/seccion=1188&idioma=es_ES&id=2011050916510001&activo=4.do>
- Smart City <<http://www.wearepanorama.com/es/panorama-productos/item/74-panorama-productos-smartcity.html#menu>>
- Ciudades del futuro | Siemens <<http://www.ciudadesdelfuturo.es/>>
- Sustainable city - Siemens Global Website <<http://www.siemens.com/sustainable-city/sustainable-city.html>>

Sociedad de la Información

- Informe anual sobre el desarrollo de la Sociedad de la Información en España 2011. eEspaña. Fundación Orange.
- La Sociedad de la Información en España 2011. Fundación Telefónica.
- Las Tecnologías de la Sociedad de la Información en las empresas de la Ciudad de Madrid 2005. DMR Consulting. Madrid Tecnología. Ayuntamiento de Madrid.

Tecnologías de la Información y de las Telecomunicaciones

- Smart Cities: La importancia de las TICs en las ciudades del 2020. Desayuno Tecnológico para empresas. ITI – Instituto Tecnológico de Informática.
- Telecomunicaciones para ciudades inteligentes. Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicaciones (COIT). Congreso CIT, 7ª edición. Burgos.
- Eficiencia energética y TIC. Información preparada para la Mesa de Trabajo sobre eficiencia Energética y TIC. Clúster de Eficiencia Energética y TIC. Telefónica.

- Smart Environments: Las TIC en las Ciudades Inteligentes. Observatorio Tecnológico. Sector TIC. Informe breve de Tendencias. Instituto Tecnológico de Informática. Septiembre, 2011.
- Eficiencia Energética y M2M. Tecnología para un uso más responsable de los recursos. Telefónica. Empresas telefónica España.
- WiMax: Banda Ancha Móvil y comparación con HSDPA. Proyecto de Título para optar al Título de Ingeniero Civil Electrónico con Especialización en Telecomunicaciones. Marzo, 2007
- Análisis comparativo de tecnologías inalámbricas para una solución de servicios de telemedicina. Ingeniería y Desarrollo. Junio, 2009.
- La banda ancha inalámbrica: tecnologías y servicios. Taller Grupo de Trabajo eLAC2007 Tecnologías Alternativas. CEPAL.
- MOBILE LEARNING, Análisis prospectivo de las potencialidades asociadas al Mobile Learning. ISEA. Innovación en Servicios Empresariales Avanzados. Enero, 2009.
- Libro blanco de buenas prácticas para el despliegue de redes inalámbricas de banda ancha en municipios de Andalucía. Junta de Andalucía. Consejería de Innovación, ciencia y empresa. 2007.
- Redes de acceso de banda ancha. Arquitectura, prestaciones, servicios y evolución. 2003.
- Vigilancia tecnológica, estudio sectorial. Sector de las Tecnologías de la Información y la Comunicación. Tecnologías inalámbricas. Agencia de Innovación y Desarrollo de Andalucía IDEA. Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa. 2008.
- Conectividad, convergencia, seguridad e integración: Un marco para la evolución de las TIC. Fundación OPTI y fundación ICT. Diciembre, 2005.
- Análisis comparativo de las tecnologías inalámbricas de banda ancha para acceso a internet, HSPA (High Speed Packet Access) y WiMax móvil (802.16e-2005).
- Mobile WiMax. Servicios de banda ancha personales para mejorar el estilo de vida y la productividad. Alvarion. Your Open WiMax Choice. WiMax Forum.
- HFC - Banda Ancha
<<http://www.bandaancho.es/INFORMACION/TECNOLOGIAS/TECNOLOGIASCABLEADAS/Paginas/HFC.aspx>>
- Tipos de conexiones de banda ancha - Broadband.gov
<http://www.broadband.gov/spanish/broadband_types.html#bpl>
- El futuro de la comunicación móvil está en el LTE y WiMAX
<<http://www.contactforum.com.mx/articulos/3438.html>>
- Tipo Conexiones Internet
<<http://www.canalaudiovisual.com/ezine/books/jirnet/2net52.htm>>

Ciudad de Madrid

- Alternativas para Madrid. Manual de buenas prácticas para una ciudad mejor. Fundación Alternativas.
- Smart Cities. Transforming the 21st century city via the creative use of technology. ARUP. September, 2010.
- City typology as the basis for policy. KPMG Advisory N.Y. 2010.
- Making Cities Work. Sustainable Urban Infrastructure. Smart Cities. Smart Financing. Siemens. 2011.
- Madrid 2012: Ciudad en Red. Libro blanco y estrategia para la implantación de la Sociedad de la Información en la Ciudad de Madrid. Foro Madrid en Red para la Sociedad de la Información. Ayuntamiento de Madrid.
- Sí, a la innovación. Informe anual. Indra. 2010.
- Smart Cities. The ICT Infrastructure for Ecoefficient Cities. Rivas Vaciamadrid. An example of Energy Efficiency in Broadband Smart Cities. Indra.
- Smart Cities and Sustainable Technology. Siemens Ltd 2010.
- Plan de uso sostenible de la energía y prevención del cambio climático de la Ciudad de Madrid. Área de gobierno de Medio Ambiente. Ayuntamiento de Madrid. 2008.
- Picture of the Future. The Magazine for Research and Innovation. Green Cities. Sustainable Solutions for Buildings, Traffic and Energy. Siemens.
- Smart Cities Series: A Foundation for Understanding IBM Smarter Cities. IBM Corporation 2011.
- European Green City Index. Assessing the environmental impact of Europe's major cities. Siemens. 2009.
- Sustainable Cities. Sustainable Development for Urban Infrastructures. Siemens. 2010.
- The Business of Cities. City Indexes in 2011. Greg Clark & Tim Moonen. <<http://www.TheBusinessOfCities.com>> Greg Clark. 2011.
- The Smart City. Wood Holmes.
- Ciudades Inteligentes: Un modelo para Madrid. Fundación Ideas. 2011.
- Hacia un municipio inteligente: Reflexiones finales y propuestas. Fundación Democracia y Gobierno Local. Guía para la mejora de la calidad institucional y la eficiencia de los Gobiernos locales.
- Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en las empresas de la Ciudad de Madrid 2008. Ayuntamiento de Madrid. 2008. Madrid Tecnología. Everis.
- Madrid Tecnología. Memoria 2007. Ayuntamiento de Madrid. Madrid Tecnología. Área de Gobierno de Economía y Empleo.

- Plan Director de Infraestructuras de Telecomunicaciones 2008 – 2016 de la Ciudad de Madrid. Ayuntamiento de Madrid.
- Bio-región Madrid. Consejería de Economía e Innovación Tecnológica. Comunidad de Madrid.
- Memoria 2006. Dirección General de Innovación Tecnológica. Dirección General de Innovación Tecnológica. Consejería de Economía e Innovación Tecnología. Comunidad de Madrid.
- Proyecto Movele de movilidad eléctrica urbana: presentación oficial en Madrid <<http://www.efikosnews.com/menutransportes/553-proyecto-movele-de-movilidad-electrica-urbana-presentacion-oficial-en-madrid.html>>
- Movele Madrid > El proyecto MOVELE Madrid <<http://amm.es/movele/m,1/el-proyecto-movele-madrid>>
- Madrid se encuentra entre el 'top five' del ranking español de ciudades inteligentes | La Catedral Innova <<http://www.lacatedralonline.es/innova/noticias/11291-madrid-se-encuentra-entre-el-top-five-del-ranking-espanol-de-ciudades-inteligentes>>
- Ayuntamiento de Madrid - Vía inteligente en la Puerta del Sol <<http://www.madrid.es/portales/munimadrid/es/Inicio/Ayuntamiento/Medios-de-Comunicacion/Notas-de-prensa/Via-inteligente-en-la-Puerta-del-Sol?vnextfmt=default&vnextoid=7d18196f5f974310VgnVCM2000000c205a0aRCRD&vnextchannel=6091317d3d2a7010VgnVCM100000dc0ca8c0RCRD>>
- Madrid apoya la Red Española de Ciudades Inteligentes: Cátedra Municipios Sostenibles: UPV <http://www.upv.es/contenidos/CAMUNISO/noticia_800295c.html>

Europa

- Europa 2020. Una estrategia para un crecimiento inteligente, sostenible e integrador. Comisión Europea.
- Urban Planning: Transforming Cities 2. Siemens One Manager. Spain. Siemens. Noviembre, 2011.
- Urban Infrastructure. London Edition – a view to 2025. Siemens.
- The smart solution for cities. Transforming power-hungry urban areas into low-carbon smart cities via the creative use of technologies. Arup Urban Life. 2011.
- High performance. Delivered. Amsterdam Smart City Project. Accenture. Mayo, 2011.
- Smart Cities and Green IT Forum 2011. Smart + Connected Communities Institute. Amsterdam City.

- Sustainable cities today, inventing a new urbanity for tomorrow. Amsterdam City. January, 2011.
- Smart Cities. Amsterdam Emerging Scenarios. Amsterdam Innovation Motor. Sander M.L. Schuurman. The Interreg IVB North Sea Region Programme.
- Amsterdam Smart City. Concept and program introduction. AIM. Amsterdamse Innovatie Motor. Liander.
- Telefónica presenta el informe “Smart 2020: Hacia una economía baja en carbono en la Era de la Información” donde destacan los edificios inteligentes. - Economía ecológica
<<http://navarradiversificacion.org/nuevo/blogeconomiaecologica/lang/es/2009/11/09/telefonica-presenta-el-informe-%E2%80%9Csmart-2020-hacia-una-economia-baja-en-carbono-en-la-era-de-la-informacion%E2%80%9D-donde-destacan-los-edificios-inteligentes/>>
- European Initiative on Smart Cities — SETIS
<<http://setis.ec.europa.eu/about-setis/technology-roadmap/european-initiative-on-smart-cities>>
- Covenant of Mayors – Firmantes
<http://www.pactodelosalcaldes.eu/about/signatories_es.html>
- FEDER - Política regional de la UE
<http://ec.europa.eu/regional_policy/thefunds/regional/index_es.cfm>
- Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) (2007-2013)
<http://europa.eu/legislation_summaries/agriculture/general_framework/g24234_es.htm>

Internet de las Cosas

- El Internet de las Cosas. En un mundo conectado de objetos inteligentes. Fundación de la Innovación Bankinter. Accenture. 2011.
- Multimedia en el Hogar Digital. 8ª sesión. Internet of Things (IoT) Internet de las Cosas. Las interfaces de usuario en el HD. Redes de Datos y Servicios Multimedia en el Hogar Digital. Diatel. Universidad Politécnica de Madrid. Departamento de Ingeniería y Arquitecturas Telemáticas.
- Internet del Futuro: Redes Sociales, Internet de las Cosas,... Internet de Nueva Generación. Cátedra Telefónica en la Universidad Politécnica de Madrid.
- Revista TELOS Comida lenta, crecimiento lento... TIC lentas. La visión de la inteligencia ambiental. Slow Food, Slow Growth... Slow Ict. The Environmental Intelligence Perspective
<<http://sociedadinformacion.fundacion.telefonica.com/telos/articuloautorinvitado.asp?idarticulo=1&rev=80.htm>>

- Simposio Internacional sobre Inteligencia Ambiental | La Catedral Innova <<http://www.lacatedralonline.es/innova/eventos/9081-simposio-internacional-sobre-inteligencia-ambiental>>
- Smart City | Internet of Things <<http://www.iot-spain.com/?cat=30&lang=es>>
- El Internet de las cosas crece | Edición impresa | EL PAÍS <http://elpais.com/diario/2011/07/13/radiotv/1310508003_850215.html>

Inteligencia Ambiental

- Inteligencia Ambiental. Los entornos cableados, decididamente al servicio del ser humano. Revista ABB, 2007.
- Inteligencia Ambiental para la atención socio-sanitaria. Espíritu de progreso. Telefónica I+D. Julio, 2007.
- Capacidades visibles, tecnologías invisibles: Perspectivas y estudio de casos. Universidad de Cádiz.
- Investigación en tecnologías de inteligencia ambiental para la salud del futuro. Ministerio de Ciencia e Innovación. Unidad de Telemedicina y eSalud. Madrid. Diciembre, 2009.
- Inteligencia Ambiental: El Futuro de la Informática. Universidad de Deusto. Marzo, 2007.
- Inteligencia Ambiental en dispositivos móviles. Facultad de Informática. Universidad Complutense de Madrid.
- Computación Ubicua: Un gran desafío. Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE).
- Computación Ubicua. Proyecto Fin de Carrera. Universidad Rey Juan Carlos. Escuela Superior de Ciencias Experimentales y Tecnología.
- Computación Ubicua. Revista de la Asociación de Técnicos de Informática. UPGRADE NOVATICA. Octubre, 2001.

Movilidad

- Experimentación de la Internet del Futuro sobre una Red de Sensores para la Gestión de Aparcamiento en una Ciudad Inteligente. Departamento de Ingeniería de Comunicaciones. Universidad de Cantabria. Telecom I+D 2011.
- Gestión Inalámbrica de Plazas. Conteo y Gestión de Vehículos en aparcamientos de superficies y viales. Sistema SENSIT. Junio, 2010.
- Parking Inteligente con ZigBee. MeshNetics Next For. Innovative Technologies.
- Sistema de guiado inteligente. Soluciones para la mejora de la movilidad urbana con el reto de hacerlo sostenible. ParkHelp. Mobility & Sustainability Solutions.

- SENSIT. Detector de ocupación de plaza de parking. Nedap AEOS.
- Smart Parking. Guía Técnica. Versión del documento. Libelium Comunicaciones Distribuidas S.L. 2011.
- Smart Cities Guía Técnica. Versión del documento. Libelium Comunicaciones Distribuidas S.L. 2011.
- 2º Informe del Estado de la Movilidad de la Ciudad de Madrid. Fundación movilidad. Ayuntamiento de Madrid. IDAE Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. 2009.
- 3º Informe del Estado de la Movilidad de la Ciudad de Madrid. 2010. Bases de conocimiento compartido. Ayuntamiento de Madrid. Diciembre 2011.
- Transporte inteligente. Cómo mejorar la movilidad en las ciudades. IBM Global Business Services. IBM Institute for Business Value.
- Proyecto MOVELE. Proyecto piloto de demostración de viabilidad del vehículo eléctrico. Eficiencia y ahorro energético. Eficiencia en el transporte. IDAE Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía.
- Proyecto piloto de MOVilidad ELEctrica (MOVELE). Departamento de Transporte. IDAE.
- Proyecto demostrativo de introducción del vehículo eléctrico. MOVELE Madrid. Fundación Movilidad. Julio, 2010.
- Proyecto Movele Madrid. Jornadas Técnicas 2010 del Comité Nacional de España CIGRÉ. Diciembre, 2010.
- Sistema de gestión del tráfico SITRAFFIC Concert: Un control centralizado para el todo el tráfico. Siemens Industrial Solutions and Services.
- Conceptos Innovadores en Materia de Transporte Urbano. De la teoría a la práctica. NICHES.
- Sistema Distribuido de Control de Tráfico Urbano. SDCTU. GRUPOETRA.
- Los Sistemas Inteligentes de Transporte. Su aplicación a los modos terrestre, marítimo y aéreo. Área temática: Nuevas tecnologías e innovación en el transporte. Ministerio de Fomento.
- Soluciones inteligentes para el tráfico de hoy y del mañana. Soluciones de Tráfico de Siemens. Siemens.
- III Jornadas sobre gestión de tráfico urbano. Ayuntamiento de Sevilla. Gobierno de España. Dirección General de Tráfico. Abril, 2008.
- Libro verde de los sistemas inteligentes de transporte. Comisión de Transportes Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Consorcio Transporte de Madrid.
- IMD Dirección General de Carreteras. Tráfico 2010 VIAM Comunidad de Madrid.

- Sistema IRIS Sistema de Información al Viajero. SEPSA Sistemas Electrónicos de Potencia, S.A.
- Ecourbano » Blog Archive » Nuevo detector inteligente de aparcamiento que combina sensores óptico y magnético. <<http://www.ecourbano.es/blog/?p=1403>>
- ECOMOVE | Desarrollan una plataforma TIC para localizar plazas de aparcamiento libres en la calle que mejora la movilidad urbana. <<http://www.ecomove.es/noticiasDetalle.aspx?id=690&c=1&idm=5&pat=5&nwl=d>>
- Nuevo detector inteligente de aparcamiento que combina sensores óptico y magnético. <<http://ecoticias.com/bio-construccion/52956/noticias-informacion-medio-ambiente-medioambiente-medioambiental-ambiental-contaminacion-climatico-calentamiento-ecologia-responsabilidad-rsc-eco-sostenible-co2-energias-renovables-eolica-geotermica-solar-termsolar-eficiencia-energetica-hibrido-electrico-biocombustible-biodiesel-biomasa-residuos-reciclaje-bio-alimentos-innovaticias-paginaseco-innovacion-I+d+i-biodiversidad-naturaleza-fauna-flora-forestal-ecosistema-oceano-transgenicos>>
- SFPark: Aparcamiento inteligente en San Francisco - Blog – Tecno Carreteras <<http://www.tecnocarreteras.es/web/items/1/59/sfpark-aparcamiento-inteligente-en-san-francisco>>
- Después de los semáforos inteligentes, es el turno del parking inteligente (esta vez en Santander) - Blog – Tecno Carreteras <<http://www.tecnocarreteras.es/web/items/1/16/despues-de-los-semaforos-inteligentes-es-el-turno-del-parking-inteligente-esta-vez-en-santander>>
- Blogelectricos: Una aplicación para el problema del aparcamiento <<http://www.blogelectricos.com/2012/01/una-aplicacion-para-el-problema-del.html>>
- Nuevo sistema para detectar y anunciar las plazas libres de aparcamiento | Sociedad | EL PAÍS <http://sociedad.elpais.com/sociedad/2010/11/17/actualidad/1289948403_850215.html>
- Diseñan un sensor que detecta los lugares libres para aparcar <<http://www.larazon.es/noticia/6079-disenan-un-sensor-que-detecta-los-lugares-libres-para-aparcar>>
- Datos de tráfico en tiempo real | Opino <<http://www.opinno.com/es/datos-de-traffic-en-tiempo-real/>>
- Indra implanta la tecnología más avanzada de control de tráfico urbano en cuatro ciudades de China por 13 m€ | Indra <<http://www.indracompany.com/noticia/indra-implanta-la-tecnologia-mas-avanzada-de-control-de-traffic-urbano-en-cuatro-ciudades-de>>

- Telvent SmartMobility Road | Telvent <http://www.telvent.com/es/areas_de_negocio//transporte/soluciones/smartmobility_road/>
- Barcelona Metrópolis | Francesc Robust  | Movilidad en las ciudades inteligentes <<http://www.barcelonametropolis.cat/es/page.asp?id=23&ui=595>>
- La UE impulsa una gestión del tráfico más ecológica <<http://www.madrimasd.org/informacionidi/noticias/noticia.asp?id=51291>>
- Grupo ETRA : Sectores : Tráfico : Urbano : SDCTU <<http://www.etra.es/cas/sectores/sistemas.aspx?id=49&idarea=2>> <<http://www.etra.es/cas/sectores/areas.aspx?id=2>>
- Bitcarrier <<http://www.b2boss.com.mx/index.php/bitcarrier>>
- Libelium pone en marcha tecnología inalámbrica para mejorar la vida en las ciudades « Aragón investiga <<http://www.aragoninvestiga.org/libelium-pone-en-marcha-plataformas-inalambricas-para-mejorar-calidad-de-vida-urbana/>>
- Alestra <<http://www.alestra.com.mx/servicios.asp?id=322>>
- Movilidad <http://es.atos.net/es-es/soluciones/soluciones-de-integracion-de-negocio/movilidad/smart_mobility/default.htm>
- El impacto en la movilidad urbana « Smartcity – Telefónica <<http://smartcity-telefonica.com/?p=365>>
- Movilidad sostenible, movilidad inteligente | Compromiso Empresarial <<http://www.compromisoempresarial.com/medio-ambiente/2010/10/movilidad-sostenible-movilidad-inteligente/>>
- Ajuntament de Viladecans - Sistemas de movilidad inteligente <http://www.aj-viladecans.es/Plantilles/presentacions/JNJtGAWc42aToIOOJRXj8DIC3sFUKshIQ9_onsPp8Wc>
- La Jornada: Proponen un futuro de movilidad inteligente para 10 urbes en el mundo <<http://www.jornada.unam.mx/2011/02/04/cultura/a06n1cul>>
- Movilidad inteligente en la ciudad | Inteligencia en la Ciudad <<http://inteligenciaenlaciudad.wordpress.com/2011/03/24/movilidad-inteligente-en-la-ciudad/>>
- Seis tendencias globales definen el mundo de los negocios - La innovación rápida en tecnología crea un mundo inteligente y móvil - Ernst & Young – Colombia <<http://www.ey.com/CO/es/Issues/Business-environment/Seis-tendencias-globales-definen-el-mundo-de-los-negocios---La-innovacion-rapida-en-tecnologia-crea-un-mundo-inteligente-y-movil>>
- Altran Smart Society | Innovando para la sociedad del mañana <<http://altransmart.wordpress.com/>>

Energía y Medio Ambiente

- Redes Eléctricas Inteligentes: El aporte de las TIC. Líderes en Tecnología para las Empresas Energéticas. Indra. Mayo, 2010.
- Las nuevas redes inteligentes y la Operación del Sistema. Red Eléctrica de España.
- Las redes eléctricas inteligentes: Seguridad, estabilidad y sostenibilidad del sistema. Red Eléctrica de España. Noviembre, 2011.
- Redes Inteligentes. (Smart Grids) Educación y Ciencia. Sostenibilidad en España 2010.
- The Intelligent Grid. La red convergente de electricidad y telecomunicaciones. L&M Data Communications. Julio, 2009.
- El concepto de Smart Metering en el nuevo escenario de distribución eléctrica. Universidad Politécnica de Cataluña (UPC).
- Las redes eléctricas inteligentes: Hacia un nuevo modelo energético. Las redes eléctricas inteligentes: Seguridad, Estabilidad y Sostenibilidad del Sistema – Experiencia del consumidor industrial. Presente y futuro. Asociación de Empresas con Gran consumo de Energía (AEGE). Noviembre, 2011.
- Smart Grids. Siemens, S.A. Junio, 2010.
- Smart Grid new tools and projects. Information & Communication Technologies in the Energy Sector. Noviembre, 2010.
- La infraestructura necesaria para salvar el clima. Informe escenario global de la red eléctrica. EREC Consejo Europeo de Energías Renovables. GreenPeace.
- Smart Grid: El mercado de la energía en la red gracias a las TIC. CEPREDE Centro de Predicción Económica.
- Smart Grids Tecnologías y Tendencias: Integración con Sistemas SCADA/EMS/DMS. XIII ERIAC CIGRÉ. Mayo, 2009.
- Desarrollo e implantación de redes inteligentes (Smart Grids) y su relación con el uso eficiente de la electricidad y la generación distribuida. III Congreso Internacional de Regulación: Desarrollo energético y regulación. OSINERGMIN. Octubre, 2011.
- Incorporación de electrodomésticos al concepto de red eléctrica inteligente. Boletín IIE.
- Redes inteligentes. ¿Una solución para la integración de la generación distribuida? ECOOO. Julio, 2010.
- Energía sostenible. Smart Grids, llega la distribución inteligente de energía. Iberdrola. 2010.
- Redes inteligentes. El gran hermano de las renovables. Enova. Septiembre, 2010.

-
- La red inteligente: Ahorro energético y Telecomunicaciones. Convergencia con la Red Eléctrica y Desarrollo Sostenible. Ethernet Forum. Data Communications.
 - Green TIC. Eficiencia energética y sostenibilidad en el entorno empresarial. ORSI Junta de Castilla y León.
 - Guía de Redes Inteligentes de Energía y comunicación. Comunidad de Madrid. Madrid, 2011.
 - Evolución tecnológica de las redes de distribución: hacia la Smart Grid. Endesa.
 - La eficiencia energética: beneficios para el sector consumo. XV Reunión Anual Iberoamericana de Reguladores de la Energía. Consejería de la Comisión Nacional de Energía de España. CNE. Abril, 2011.
 - Estudio sobre el estado actual de las Smart Grids. PFC Universidad Carlos III de Madrid. Departamento de Ingeniería Electrónica. Junio, 2011.
 - Aplicaciones Smart Grids: Movilidad con vehículo eléctrico. Siemens S.A.
 - Smart Grids. Siemens Abril, 2010.
 - Redes Eléctricas Inteligentes. Universidad Politécnica Salesiana. Ecuador. Febrero, 2011.
 - Redes inteligentes y almacenamiento de energía: Claves para la implantación del vehículo eléctrico. Juan Zufiria. 2010.
 - Smart Grid. Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI). Universidad Pontificia Comillas. 2010.
 - Guía de Soluciones de Eficiencia energética. Schneider Electric.
 - Smart Grids y la Evolución de la Red Eléctrica. Observatorio Industrial del Sector de la Electrónica, Tecnologías de la Información y Telecomunicaciones. Fedit Grupo Tecnológico de España. Mayo, 2011.
 - Teoría y Aplicación de la Informática 2. Smart Grids. Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción. Cristina López. Agosto, 2009.
 - Smart Grids. Redes Eléctricas Inteligentes. Energía y Sociedad. Marzo, 2010.
 - Smart Grids. Marco Conceptual. EPSA. 30 años GERS. Junio, 2011.
 - Technology Roadmap. Smart Grids. IEA International Energy Agency. 2011.
 - La red de distribución del futuro. Smart Grids. Gas Natural Fenosa. Mayo, 2011.
 - Tendencias tecnológicas. Boletín IIE. Junio 2011.
 - The Intelligent Grid: La red inteligente de energía y comunicaciones. L&M Data Communications. José Morales Barroso.
 - Endesa's Smart Metering Roll-out Programme. Endesa. Enero, 2011.
 - Medición Inteligente. Conceptos y definiciones. Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A. Universidad Politécnica Salesiana.

- Smart Grid: Las TICs y la modernización de las redes de energía eléctrica. Estado del Arte. Artículo de revisión. Revista S&T. Carlo Andrés Díaz Andrade. Juan Carlos Hernández, 2011.
- Smart Metering Technology Promotes Energy Efficiency for a Greener World. Austin Harney. January, 2009.
- Smart Metering: The Foundation for Smart Grid. Capgemini Consulting Technology Outsourcing. Energy, Utilities & Chemicals.
- Los que hacen los Smart Meters. Boletín Informativo Department of Primary Industries. Smartmeters.
- SUBMETERING. Sistema de gestión inteligente para empresas, industrias y centros comerciales. Discar S.A. Telecom & Energy. 2010.
- Diseño de investigación de implantación de Smart Meters. José Antonio González, Javier Gamarra, José Ángel Sosa y Jorge Alarcón.
- Soluciones Alumbrado Público. ISDE Conosur.
- Introducción a la tecnología. VREADING. Ingeniería Urbótica <<http://www.iurbotica.com>>
- Telegestión de alumbrado público. Ciudades Eficientes. URBOLIGHT Ingeniería Urbótica. <<http://www.iurbotica.com>>
- El sistema de telegestión del alumbrado exterior. Minos System <<http://www.sata.es>>
- Soluciones Multilamp - Eficiencia energética :: MULTILAMP :: Eficiencia energética en alumbrado exterior <<http://www.multilamp.es/es/multilamp.html>>
- CONSTRUIBLE | E-StreetLighting <<http://www.construible.es/noticiasDetalle.aspx?id=3570&c=6&idm=10&pat=10>>
- Soluciones e I+D - GPM Innovación y Desarrollo <<http://www.gpm.es/innovacion/zitysens.aspx>>
- ISDE Cono Sur <<http://www.isde.cl/solucionesAdentro/alumbrado.php>>
- Solución | Sinapse Energía Telegestión <<http://www.sinapseenergia.com/index.php/solucion-telegestion>>
- e-Garbage, un sistema inteligente de gestión de la recogida de residuos - 16/03/2011 - Equipamiento municipal <http://www.interempresas.net/Equipamiento_Municipal/Articulos/49606-e-Garbage-un-sistema-inteligente-de-gestion-de-la-recogida-de-residuos.html>
- Recogida de basura inteligente <<http://www.larazon.es/noticia/6561-recogida-de-basura-inteligente>>
- Recogida de basura inteligente <http://www.belt.es/noticiasmdb/home2_noticias.asp?id=10386>

- Smart grid: la red eléctrica del futuro <http://www.gradiant.org/index.php?option=com_content&view=article&id=160%3A-smart-grid-la-red-electrica-del-futuro&catid=1%3A-noticias&Itemid=7&lang=es>
- Las redes inteligentes (Smart Grids) permitirán una mejor gestión de las energías renovables - Actualidad en Infoambiental.es <http://www.infoambiental.es/actualidad/detalle_actualidad/-/asset_publisher/Utf7/content/las-redes-inteligentes-smart-grids-permitiran-una-mejor-gestion-de-las-energias-renovables>
- Redes Smart Grid: eficiencia energética total | Data.ti | Revista de TI para empresa | Actualidad - Software – TIC <<http://www.datati.es/2485/redes-smart-grid-eficiencia-energetica-total.html>>
- Economía sostenible: Redes inteligentes - Smart grids <<http://garvia.blogspot.com/2011/11/redes-inteligentes-smart-grids.html>>
- Smart Grids: las redes de distribución de energía inteligente <<http://www.ciudadesdelfuturo.es/smart-grids-las-redes-de-distribucion-de-energia-inteligente.php>>
- Redes inteligentes: la clave para la eficiencia energética <<http://www.madrimasd.org/blogs/energiasalternativas/2011/05/30/131208>>
- La importancia de las Redes Eléctricas Inteligentes o Smart Grids más generación distribuida, a lo que Chile debería evolucionar <<http://www.portalsustentable.cl/es/noticias/39-nacionales/276-redes-electricas-inteligentes-o-smart-grids-a-lo-que-chile-deberia-evolucionar.html>>
- ¿Qué eso de Smart Grid? La Red Eléctrica Inteligente. | Lynette Gómez <<http://lynettegomez.wordpress.com/2011/04/25/%C2%BFque-eso-de-smart-grid-la-red-electrica-inteligente/>>
- IBM - Mundo Inteligente - Energía - Análisis – Colombia <http://www.ibm.com/smarterplanet/co/es/smart_grid/visions/index.html>
- Smartgrid: visión en redes de distribución <<http://www.kintersol.net/rm/index.php/electricidad/smartgrid-vision-en-redes-de-distribucion>>
- Smartgrid: visión en redes de distribución <<http://www.kintersol.net/rm/index.php/electricidad/smartgrid-vision-en-redes-de-distribucion>>
- Situación actual del Smart Metering en España « enerzuul <<http://www.enerzuul.es/?p=781>>
- Afinidad Eléctrica <<http://www.afinidadelectrica.com.ar/articulo.php?IdArticulo=200>>

- Llegan los contadores inteligentes | 'Entrelíneas' <<http://www.revistaentrelneas.es/20/entretemas/reportajes/llegan-los-contadores-inteligentes>>
- Semana Europea de la Energía Sostenible 2011: contadores inteligentes <<http://es.globedia.com/semana-europea-energia-sostenible-2011-contadores-inteligentes>>

Edificación

- Green IT: Contribución de las TICs al Desarrollo. Consejo Empresario Argentino para el Desarrollo Sostenible. Septiembre, 2009.
- Productos y servicios de eficiencia energética: Smart Building. Javier de Miguel.
- Eficiencia energética en vivienda. Eficiencia y energía renovables en la edificación. Intelligent Energy. EnerBuilding.eu
- Sistema de comunicación en casas y edificios inteligentes. Nota Técnica Ernesto Sifuentes de la Hoya. Diciembre, 2005.
- Tecnología Digital para proyectos inteligentes desde el ante proyecto. Smart Building. Integraciones Tecnológicas. Digital Line Biz. Technology for Home & Business.
- Sistemas de Control Inteligente de Edificios de Gira. Smart Building. <<http://www.gira.com>>
- La domótica en los edificios públicos. Guía sobre gestión energética municipal. <<http://www.madrid.org>>
- ¿Qué hace más inteligente y más productivo a un edificio? La respuesta de Siemens: Soluciones Totales para Edificios. Building Technologies. Siemens.
- Vivienda Tradicional Vs Vivienda Sostenible. Proyecto Final de Grado. Universidad Politécnica de Valencia.
- Propuestas para mejorar la calidad de vida en las ciudades. Documento de trabajo. 2008.
- Urbanismo, arquitectura y tecnología en la ciudad digital. Documento de trabajo. 2008.
- Smart City by Schneider Electric: Smart Buildings and Holmes. Maximizing energy efficiency. TELVENT <<http://www.telvent.com>>
- Edificación sostenible. Departamento de Medio Ambiente de la Generalitat de Cataluña.
- Vivienda Sostenible, proyecto tecnológico. I.E.S. Pintor Rafael Requena.
- Viviendas Sostenibles. Pliego. 2007.
- Vivienda sostenible. Vida saludable, una realidad con Green Living Projects. Green Living Projects <<http://www.greenlivingprojects.com>>

- La construcción sostenible. Monográfico Energía. Física y Sociedad 30 trece.
- Manual para una vivienda más sostenible. Federación de usuarios consumidores independientes de la Comunidad de Madrid. Área de Gobierno de Medio Ambiente.
- Edificación Sostenible y sus Instalaciones. Instalaciones Sostenibles en la Edificación. 3i ingeniería.
- Vivienda Sustentable. Taller Planeación Estratégica de Vivienda. Gobierno Federal México. Agosto, 2010.
- Smart City y sostenibilidad ambiental by Pilar Conesa on Prezi <<http://prezi.com/p7w3-uvjd1c/smart-city-y-sostenibilidad-ambiental/>>
- IBM Edificios Más Inteligentes - Introducción - Uruguay <http://www.ibm.com/smarterplanet/uy/es/green_buildings/overview/index.html>
- DLB - Smart Buildings - Digitalización de edificaciones <<http://www.digitallinebiz.com/ES/servicios/smartbuildings.htm>>
- Edificio Inteligente <<http://jorgetiinap.blogdiario.com/>>
- Edificios inteligentes, el nuevo paisaje de las ciudades <<http://domokyo.com/edificios-inteligentes-el-nuevo-paisaje-de-las-ciudades/>>
- Smart Grid & Smart Building <<http://www.institutebe.com/smart-grid-smart-building/Zero-Energy-Buildings.aspx?lang=es-ES>>
- Smart Connected Buildings: la propuesta de Cisco para lograr la eficiencia energética - Cisco Systems <<http://www.cisco.com/web/ES/about/press/2009/cisco-noticias-09-07-08b.html>>
- “El concepto de edificios inteligentes va a ser una necesidad” | Territorio &Marketing <<http://www.territorioymarketing.com/index.php/territorio/el-concepto-de-edificios-inteligentes-va-a-ser-una-necesidad/>>
- España: Plan de Ahorro y Eficiencia Energética en edificios públicos — Otro mundo es posible <<http://www.otromundoesposible.net/eficiencia-energetica/espana-plan-ahorro-eficiencia-energetica-edificios-publicos>>
- Soluciones en Eficiencia Energética <<http://www.schneiderelectric.es/sites/spain/es/soluciones/eficiencia-energetica/segmentos-mercado/organismos-publicos/ee-organismos-publicos.page>>
- Ahorrar energía en los edificios públicos | Agencia Andaluza de la Energía <<http://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/administracion/ahorro/edificios-publicos>>
- Sostenibilidad: Casas sostenibles <<http://www.mundo-geo.es/green-living/casas-sostenibles>>

- Portal Sostenibilidad http://portalsostenibilidad.upc.edu/detall_01.php?numapartat=4&id=235>
- ¿Qué es la Construcción Sostenible? <http://www.bioconstruccion.biz/index.php?ref=construccionsostenible.php>
- Categoría: Construcción Sostenible | Construpedia, enciclopedia construcción http://www.construmatica.com/construpedia/Categor%C3%ADa:Construcci%C3%B3n_Sostenible>
- Casa sostenible <http://www.lacasasostenible.com/>>
- Como diseñar una vivienda sana y sostenible <http://www.enbuenasmanos.com/articulos/muestra.asp?art=591>>
- Monografía sobre la Construcción Verde. Arquitectura Sostenible http://www.miliarium.com/Bibliografia/Monografias/Construccion_Verde/Arquitectura_Sostenible.asp>
- Construcción de una casa ecológica | Energías alternativas, energías renovables, energías limpias, bioenergías. <http://www.biodisol.com/construccion-sostenible/la-casa-ecologica-aspectos-a-tener-en-cuenta-para-construir-una-casa-amigable-con-el-medio-ambiente-y-auto-sostenible-construccion-sostenible/>>
- Trayectoria | Observatorio de la Sostenibilidad en España (OSE) <http://www.sostenibilidad-es.org/es/plataformas-de-comunicacion/sostenibilidad-urbana-y-territorial/sobre-la-plataforma/trayectoria>>

Agua

- Vigilancia tecnológica. Gestión inteligente del agua a través de las TIC. Actualidades de la UIT. Febrero, 2011.
- Sistema Inteligente de Riego. Canal de Comunicaciones Unidas.
- Especial Ciudades Sensoriales. Ciudades sensoriales que interactúan con nosotros de manera inteligente. Libelium, 2011.
- Sensor de humedad EZ ProTM Xtra. Nelson TURF Quality Service Guaranteed by Acclima.
- Gestión inteligente del Agua. IWM^R OSTARGI Energías Alternativas, S.L.
- Ordenanza de gestión y uso eficiente del agua en la ciudad de Madrid. Área de Gobierno de Medio Ambiente y Servicios a la Ciudad. Ayuntamiento de Madrid.
- 5º Foro Mundial del Agua. Pacto de Estambul sobre el Agua. Para las autoridades Locales y Regionales. Bridging Divides for Water. World Water Council. World Water Forum.

- Sistema inalámbrico de automatización y control de riego tecnificado. <<http://www.agrosuccess.cl>>
- Usando el agua eficientemente. Ideas para las residencias. EPA Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos.
- Los autómatas industriales en los sistemas de riego. I+E Revista Digital Investigación y Educación. Marzo, 2005.
- Seguridad en Jardines. Bfi Optilas. <<http://www.seguridad-bfioptilas.es>>
- Gestión inteligente - Ostargi, Energías Alternativas <<http://www.ostargi.biz/gestion-del-agua>>
- La Politécnica de Cartagena desarrolla un sistema de riego con sensores inalámbricos <http://www.iies.es/La-Politecnica-de-Cartagena-desarrolla-un-sistema-de-riego-con-sensores-inalambricos_a1961.html>
- El agua, elemento clave en la estrategia de las ciudades inteligentes <http://www.wearewater.org/es/el-agua-elemento-clave-en-la-estrategia-de-las-ciudades-inteligentes_96571>
- IBM Water Management - United States <http://www.ibm.com/smarterplanet/us/en/water_management/ideas/>
- IBM Smarter Water (@ibmsmarterwater) en el Ranking FollowFriday de Twitter <<http://es.followfriday.com/followfriday/ibmsmarterwater>>
- SmarterPlanetRef_V2.swf (object application/x-shockwave-flash) <http://www-05.ibm.com/services/es/smarter-references/SmarterPlanetRef_V2.swf>
- IBM Sala de Prensa - Smarter Water – España <<http://www-03.ibm.com/press/es/es/photo/29093.wss>>
- IBM - Gestión del agua - Enfoques – España <http://www.ibm.com/smarterplanet/es/es/water_management/ideas/index.html>
- “SmartCity”, un proyecto al umbral de las ciudades del mañana - Vida Mas Verde <<http://www.vidamasverde.com/2011/%E2%80%9Csmartcity%E2%80%9D-un-proyecto-al-umbral-de-las-ciudades-del-manana/>>
- Schneider Electric y Telvent lanzan la Plataforma SmartCity para el Desarrollo de Ciudades Inteligentes <<http://noticias.arquired.com.mx/shwArt.ared?idArt=976>>
- Monitorización de Sistemas de riego Pivot | Sensores sin cables para ahorrar agua | El Blog de Traxco <<http://www.traxco.es/blog/pivotes-de-riego/tecnologia-inteligente-para-ahorrar-agua>>
- 3°.- SENSORES DE HUMEDAD PARA PLANIFICAR EL RIEGO DE JARDINES: abril-septiembre 2.001. <<http://urzainqui.galeon.com/productos1622246.html>>

- SISTEMAS DE PROGRAMACIÓN INTELIGENTES CON CONTROL DE HUMEDAD <http://www.mp-irrigation.com/sistemas_de_programacion_inteligentes_con_control_.html
- Circuito automático de riego en Kalipedia.com <http://www.kalipedia.com/tecnologia/tema/robotica/circuito-automatico-riego.html?x1=20070821klpinginf_82.Kes&x=20070821klpinginf_85.Kes

