

Smart Cities: un primer paso hacia la internet de las cosas siE[10



Ariel

Telefónica

Fundación Telefónica

Esta obra ha sido editada por Ariel y Fundación Telefónica, en colaboración con Editorial Planeta, que no comparten necesariamente los contenidos expresados en ella. Dichos contenidos son responsabilidad exclusiva de sus autores.

© **Fundación Telefónica, 2011**

Gran Vía, 28
28013 Madrid (España)

© **Editorial Ariel, S.A., 2011**

Avda. Diagonal, 662-664
08034 Barcelona (España)

© de los textos: Fundación Telefónica

© de la ilustración de cubierta: Sergey 150770 - Shutterstock

Coordinación editorial de Fundación Telefónica: Rosa María Sáinz Peña

Primera edición: noviembre 2011

Depósito legal: M. 41.099-2011

Impresión y encuadernación: Unigraf, S. L.

Impreso en España – Printed in Spain

El papel utilizado para la impresión de este libro es cien por cien libre de cloro y está calificado como **papel ecológico**.

No se permite la reproducción total o parcial de este libro, ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio, sea este electrónico, mecánico, por fotocopia, por grabación u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito del editor. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual (Art. 270 y siguientes del Código Penal).

Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra. Puede contactar con CEDRO a través de la web www.conlicencia.com o por teléfono en el 91 702 19 70 / 93 272 04 47

Smart Cities:
Un primer paso hacia la
Internet de las cosas

Índice

Presentación	1
1 El papel de las ciudades en el siglo XXI	5
2 Smart Cities: un primer paso hacia la Internet de las cosas	11
2.1 Qué es una Smart City	13
2.2 Por qué son necesarias las Smart Cities	14
3 Los servicios de una Smart City	19
3.1 Movilidad urbana	21
3.2 Eficiencia energética y medioambiente	30
3.3 Gestión de infraestructuras y edificios públicos	38
3.4 Gobierno y ciudadanía	39
3.5 Seguridad Pública	42
3.6 Salud	44
3.7 Educación, capital humano y cultura	45
3.8 e-Comercio	48
4 Tecnologías para la Smart City	51
4.1 Tecnologías para la recolección de datos	54
4.2 Tecnologías para la transmisión de datos	58
4.3 Tecnologías para el almacenamiento y análisis de datos	61
4.4 La Plataforma de provisión de servicios Smart City	63
4.5 Los Servicios finales de la Smart City	63
5 El ecosistema de las Smart Cities	65
5.1 Ecosistema para la provisión de servicios en el marco de una Smart City	67
5.2 Modelos de negocio de los Servicios Smart City	71
6 El modelo objetivo de una Smart City	75
6.1 Estrategia Smart City en ciudades de nueva creación	77
6.2 Estrategia Smart City en ciudades que afrontan cambios y modernizaciones	79
6.3 Estrategia Smart City en ámbitos que no son propiamente ciudades	82
7 Transcripción del think tank de expertos sobre Smart Cities	85
Anexos	
7.1 Visión de un Alcalde	87
7.2 Visión de una operadora de telecomunicación	88
7.3 Visión empresarial en el entorno de la Smart City	89
7.4 Visión sociológica	90
7.5 Visión de un experto en técnicas de análisis de datos	92
7.6 Visión de un experto en técnicas de visualización de datos	93
7.7 Visión de un arquitecto urbanista	95
7.8 Visión económico-regulatoria	97

Presentación

El siglo XXI está llamado a ser el siglo de las ciudades. Ya en julio de 2007 la población urbana sobrepasó a la población rural en el mundo y las previsiones apuntan a que en 2050 prácticamente alcanzará el 70%.

Las ciudades tienen un gran impacto en el desarrollo económico y social de las naciones. Son verdaderas plataformas donde las personas viven y trabajan, donde las empresas desarrollan su actividad y en el marco de las cuales se prestan numerosos servicios. Son, además, grandes centros de consumo de recursos. Se estima que en la actualidad las ciudades son responsables del gasto del 75% de la energía mundial y generan el 80% de los gases responsables del efecto invernadero.

Ante este escenario que muestra un entorno urbano con una demanda creciente de eficiencia, desarrollo sostenible, calidad de vida y sabia gestión de los recursos, **las Administraciones públicas** han de plantearse una **evolución en los modelos de gestión de las ciudades**. Para ello, la aplicación de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) se hace imprescindible y se traduce en el concepto *Smart City*, que adelanta, con sus servicios, la que ha dado en denominarse Internet de las cosas y la propia Internet del futuro.

Se define *Smart City* como aquella ciudad que usa las TIC para hacer que, tanto su infraestructura crítica, como sus componentes y servicios públicos ofrecidos, sean más interactivos, eficientes y los ciudadanos puedan ser más conscientes de ellos.

Disponer de una *Smart City* ayuda a la gestión automática y eficiente de las infraestructuras y servicios urbanos, lo que redundará en la **reducción del gasto público**, la **mejora de la calidad de los servicios** prestados, la **mejora de la información a los ciudadanos** y la **mejora en la toma de decisiones**. Además, la propia plataforma *Smart City* **constituye en sí una vía para la innovación**, favoreciendo la incubación de nuevos negocios e ideas.

Son muchos los tipos de iniciativas que se enmarcan dentro de un proyecto global de *Smart City*. Los ejes en los que suele incidir un proyecto de *Smart City* tienen que ver con la movilidad urbana, la eficiencia energética y en general, la gestión sostenible de los recursos, la gestión de las infraestructuras de la ciudad, el gobierno participativo y la seguridad pública así como con las áreas de salud, educación y cultura. Pero el **modelo objetivo de Smart City ha de ser tener una visión holística de ciudad** que permita ir desplegando servicios según prioridades sin que ello suponga tener silos de información que comprometan el desarrollo futuro de la *Smart City* y sus servicios.

Muchos de estos servicios que adelantan ya el futuro mundo digital adquieren precisamente la masa crítica necesaria para su despliegue en el contexto de la *Smart City*. Adicionalmente, poder cruzar la información procedente de ámbitos de gestión diferentes de la ciudad en tiempo real (o casi real) es algo que solo puede llevarse a cabo en el marco de una *Smart City* y eso le confiere un especial valor, que favorece ese salto cualitativo en la manera de gestionar las ciudades que se va a hacer necesario en los próximos años.

Crear una Smart City es una tarea muy compleja, que **requiere no solo de la intervención de numerosos agentes sino de su compromiso a largo plazo**. Además, su **éxito** va a depender de su **proposición de valor**, que tiene que **demostrar su utilidad para la ciudadanía y los negocios** al mismo tiempo que tiene que **ser viable y sostenible** desde el punto de vista de modelo de negocio. En este sentido, si bien la mayoría de los servicios proporcionados en el marco de una *Smart City* serán de carácter público, el modelo de gestión va a contemplar desde únicamente la participación pública, a la colaboración público-privada porque **gracias a la plataforma Smart City se desacopla la prestación del servicio público en sí de la manera en la que se realiza la provisión del mismo**, por lo que las posibilidades de atender las necesidades de la sociedad se incrementan.

En la actualidad, hay en desarrollo numerosos ejemplos de *Smart City* en el mundo. Las **primeras fases** de implantación de estos proyectos están **orientadas a resolver problemas reales de la ciudad** y a dotar de **inteligencia a sus infraestructuras**. Se trata sin duda de una realidad en construcción. Pero de lo que no cabe duda es que la *Smart City* **está llamada a convertirse en una herramienta fundamental para el desarrollo de las políticas públicas en los próximos años.**

El papel de las ciudades en el siglo XXI

El siglo XXI está llamado a ser el siglo de las ciudades¹. Ya en julio de 2007 la población urbana sobrepasó a la población rural en el mundo². Además, se prevé que esta proporción se incremente notablemente en los próximos años, hasta el punto que, según algunas previsiones, en el año 2050 prácticamente el 70% de la población mundial se haga urbana y muchas de las ciudades cuenten con más de 10 millones de habitantes³. Se estima que en 2025, solo en China, habrá 221 ciudades que superen el millón de personas, mientras que Europa tiene en la actualidad 35.

Esta mitad de la población mundial que reside en ciudades hoy en día genera alrededor del 80% del PIB mundial. En concreto, 600 ciudades en el mundo, que albergan una quinta parte de la población, generan el 60% del PIB mundial. Las previsiones apuntan a que los espacios urbanos serán cada vez más densos y tendrán que afrontar muchos problemas relativos a la gestión de recursos escasos, a la provisión de servicios públicos, a la gestión de la información, de la movilidad urbana y del tráfico así como a la eficiencia energética y en general a la sostenibilidad. En este contexto, las ciudades seguirán transformándose en ecosistemas cada vez más complejos, donde se incrementarán las necesidades energéticas, donde se efectuarán millones de transacciones al día, en las que se proporcionarán una gran variedad de bienes y servicios al mismo tiempo que se generará una gran cantidad de polución y de residuos urbanos. En paralelo, el perfil de las personas que vivirán en ellas también seguirá evolucionando, siendo cada vez más formado, saludable y exigente con su entorno, por lo que se reclamarán mejoras en la calidad de vida.

Para hacerse una idea de la gran actividad que se desarrolla en las ciudades, se estima que, en la actualidad, las ciudades consumen el 75% de los recursos y de la energía mundial y que generan el 80% de los gases responsables del efecto invernadero⁴, ocupando tan sólo el 2% del territorio mundial⁵.

Sin duda, toda esta evolución plantea un cambio muy importante en lo que se refiere al despliegue y la gestión de las infraestructuras de todo tipo en el ámbito de las ciudades, y por lo tanto este hecho habrá de ser tenido muy en cuenta por las políticas públicas que se desarrollen en el ámbito local en los próximos años.

Las competencias y los servicios públicos en las ciudades

Las ciudades se enfrentan a numerosos retos. Pero no hay que olvidar que en la actualidad ya tienen un gran número de servicios que atender. Las competencias de los ayuntamientos tienen que ver con la provisión de numerosos servicios públicos que van desde asegurar la seguridad en los lugares públicos a la ordenación del tráfico, la protección civil, la protección del medio ambiente, el suministro de agua o el transporte público. En la siguiente tabla se recogen las competencias propias de los municipios españoles.

Sin embargo, con independencia del marco competencial, muchos ayuntamientos tienen que abordar la prestación de otros muchos más servicios, por lo que la gestión de los municipios se hace cada vez más compleja y gravosa, sobre todo en las grandes ciudades. De hecho, se estima que, en el conjunto de los municipios españoles, alrededor del 30% del gasto va dedicado a financiar competencias no obligatorias⁶. Las competencias de seguridad, protección civil, protección social y cultura son las que más recursos absorben en esta línea.

En julio de 2007 la población urbana sobrepasó a la población rural en el mundo

Se estima que las ciudades consumen el 75% de la energía mundial y generan el 80% de los gases responsables del efecto invernadero

1. "The 19th century was a century of empires, the 20th century was a century of nation states, the 21st century will be a century of cities" Wellington E. Webb, former mayor of Denver.

2. Naciones Unidas 2007.

3. Según Naciones Unidas.

4. Metropolis, asociación de grandes ciudades del planeta.

5. Garnett, T. (1996). "Farming the city: the potential urban agricultura". The Ecologist, via Factiva.

6. Estudio "La estimación del gasto local por la prestación de los llamados 'servicios impropios'", Universidad de Barcelona, 2010.

Tabla 1. Competencias propias de los municipios españoles

1	Seguridad en lugares públicos.
2	Ordenación del tráfico de vehículos y personas en vías públicas.
3	Protección civil, prevención y extinción de incendios.
4	Ordenación, gestión, ejecución y disciplina urbanística; promoción y gestión de viviendas; parques y jardines, pavimentación de vías públicas urbanas y conservación de caminos y vías rurales.
5	Protección del medio ambiente.
6	Abastos, mataderos, ferias, mercados y defensa de usuarios y consumidores.
7	Protección de salubridad pública.
8	Participación en la gestión de atención primaria a la salud.
9	Cementerios y servicios funerarios.
10	Prestación de servicios sociales y de promoción y reinserción social.
11	Suministro de agua y alumbrado público; servicios de limpieza viaria, de recogida y tratamiento de residuos, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales.
12	Transporte público de viajeros.
13	Actividades o instalaciones culturales y deportivas, ocupación del tiempo libre; turismo.
14	Participar en la programación de la enseñanza y cooperar con la Administración educativa en la creación, construcción y sostenimiento de los centros docentes públicos, intervenir en sus órganos de gestión y participar en la vigilancia del cumplimiento de la escolaridad obligatoria.

Fuente: Artículo 25.2 de Ley Reguladora de las Bases del Régimen Local (detalle de los entes locales municipales).

Por citar un ejemplo, en el caso de la ciudad de Madrid, según un reciente estudio⁷, el gasto “no obligatorio” medio del Ayuntamiento entre los años 2007 y 2010 representó un total de 362 € anuales por habitante, lo que supone el 24 % de los 1.508,42 € per cápita dedicados al año. La mayor parte de esos 362 € fueron destinados a servicios de seguridad y protección civil, con una media de 133,55 €, el 37,4 % del total; a protección social, con 84,36 €, el 23,3 %; y a cultura, con 61,35 €, el 16,9 %. También se destinaron fondos a gastos “no obligatorios” en vivienda y urbanismo (22,33 €, el 6,2 %); promoción social (19,43 €, el 5,4 %); educación (13,92 €, el 3,8 %); regulación económica (11,3 €, el 3,1 %); sanidad (8,95 €, el 2,5 %); turismo (3,65 €, el 1 %) e investigación científica, técnica y aplicada (1,68 €, el 0,5 %). En resumen, la gestión de los municipios implica un importante gasto que no solo se ajusta a lo que marca por obligación la Ley, sino que se expande a medida que se incrementan las necesidades de la sociedad urbana.

A modo de resumen, en la tabla adjunta se ofrece una lista exhaustiva de los servicios obligatorios por ley que tienen que proveer los municipios según su tamaño.

En general, todos los municipios tienen que prestar los servicios de alumbrado, cementerio, recogida de basuras, limpieza de las vías públicas, abastecimiento de aguas potables, alcantarillados, pavimentación, par-

7. Estudio “La estimación del gasto local por la prestación de los llamados ‘servicios impropios’”, Universidad de Barcelona, 2010.

ques y jardines, biblioteca pública y mercados. Los mayores de 20.000 habitantes, además de los indicados deben prestar los servicios de protección civil, servicios sociales, extinción de incendios, instalaciones deportivas y matadero. Y los de más de 50.000 habitantes, además deben prestar los de transporte urbano de viajeros y protección del medio ambiente.

Tabla 2. Servicios Obligatorios de los municipios en España

MUNICIPIOS > 50.000 Hab.	MUNICIPIOS > 20.000 Hab.	MUNICIPIOS > 5.000 Hab.	TODOS LOS MUNICIPIOS	
				1 Alumbrado público
				2 Cementerio
				3 Recogida de residuos
				4 Limpieza viaria
				5 Abastecimiento domiciliario de agua potable
				6 Alcantarillado
				7 Acceso a los núcleos de población
				8 Pavimentación de las vías públicas
				9 Control de alimentos y bebidas
				10 Parques públicos
				11 Biblioteca pública
				12 Mercados
				13 Tratamiento de residuos
				14 Protección civil
				15 Prestación de servicios sociales
				16 Prevención y extinción de incendios
				17 Instalaciones deportivas de uso público
				18 Matadero
				19 Transporte urbano de viajeros
				20 Protección del medio ambiente

Fuente: Artículo 26 de Ley Reguladora de las Bases del Régimen Local (detalle de los entes locales municipales)

Para situar en contexto el gasto público de las corporaciones locales hay que decir que estas representan el 13%, del total, lo que equivale a 1.221 € por habitante y año, el Gobierno Central el 22 %, las Comunidades Autónomas el 36 % y la Seguridad Social el 29 %.

Smart Cities: Un primer paso hacia la Internet de las cosas

2.1 Qué es una Smart City	13
2.2 Por qué son necesarias las Smart Cities	14

2.1 Qué es una Smart City

Definimos *Smart City* (en castellano Ciudad Inteligente) como aquella ciudad que usa las tecnologías de la información y las comunicaciones para hacer que tanto su infraestructura crítica, como sus componentes y servicios públicos ofrecidos sean más interactivos, eficientes y los ciudadanos puedan ser más conscientes de ellos.

En una definición más amplia una ciudad se puede considerar como “inteligente”, cuando las inversiones en capital humano y social, y en infraestructura de comunicación, fomentan precisamente un desarrollo económico sostenible y una elevada calidad de vida, con una sabia gestión de los recursos naturales a través de un gobierno participativo.

En la práctica, y a un nivel más popular, una *Smart City* es una ciudad comprometida con su entorno, tanto desde el punto de vista medioambiental como en lo relativo a los elementos culturales e históricos, con elementos arquitectónicos de vanguardia, y donde las infraestructuras están dotadas de las soluciones tecnológicas avanzadas para facilitar la interacción del ciudadano con los elementos urbanos, haciendo su vida más fácil⁸.

En un contexto tecnológico, el concepto *Smart City* y el de Internet de las cosas son dos términos que van muy unidos. Ambos conceptos tienen en las comunicaciones M2M (máquina a máquina) su fundamento y adelantan, con sus aplicaciones y usos, 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 digital en el que, idealmente, todo podrá estar conectado. Desde dispositivos, hasta objetos del mundo físico que habitualmente no disponían de esta conectividad; es el caso de los elementos urbanos, de los edificios, los coches, los electrodomésticos, los contadores, etc. y en general todo aquello que haya que gestionar o controlar. Sin duda, esta nueva “realidad en red” va a conllevar una nueva forma de gestionar una casa, cualquier infraestructura, una empresa, una comunidad, una ciudad o incluso la economía de un país.

La *Smart City* se convierte en una plataforma digital que permite maximizar la economía, la sociedad, el entorno y el bienestar de las ciudades, y facilita el cambio hacia un comportamiento más sostenible entre todos los agentes: usuarios, empresas y Administración. Busca además aprovechar al máximo los presupuestos públicos, precisamente gracias a la mejora de los procesos propios de la ciudad y sus habitantes. Por otro lado, permite habilitar nuevos modelos de negocio, constituyendo una excelente plataforma para la innovación en su entorno. En este contexto, una *Smart City* es un sistema complejo, un ecosistema en el que intervienen múltiples agentes, en el que coexisten muchos procesos íntimamente ligados y que resultan difíciles de abordar de forma individualizada.

De manera descriptiva, una *Smart City* es un espacio urbano con infraestructuras, redes y plataformas inteligentes, con millones de sensores y actuadores, dentro de los que hay que incluir también a las propias personas y a sus teléfonos móviles. Un espacio que es capaz de escuchar y de comprender lo que está pasando en la ciudad y ello permite tomar mejores decisiones y proporcionar la información y los servicios adecuados a sus habitantes. Además, el uso de técnicas analíticas avanzadas en tiempo real es lo que permite crear una especie de conciencia y entendimiento sobre la ciudad, lo que sin duda, mejora los servicios prestados.

Una *Smart City* usa las TIC para hacer que tanto su infraestructura crítica como sus servicios sean más interactivos, eficientes y los ciudadanos puedan ser más conscientes de ellos

Una *Smart City* es un sistema complejo, un ecosistema en el que intervienen múltiples agentes y en el que co-existen muchos procesos íntimamente ligados

Una *Smart City* es un espacio urbano con millones de sensores dentro de los que hay que incluir a las propias personas

8. Telefónica I+D.

En la *Smart City* se recombina los espacios digital y físico

En una *Smart City* la información adecuada llega en el momento preciso, integrando así “digitalmente” a las personas y a las cosas del entorno. Los espacios digital y físico se recombina⁹ en la ciudad; por ello, la *Smart City* constituye un primer paso de la Internet de las cosas y por extensión, de la Internet del futuro tal y como se ha comentado.

Finalmente, hay que destacar que la característica *smart* de esta definición de ciudad no es duradera, es decir, no está asociada a la consecución de una meta en sí misma, sino que implica más bien el compromiso por parte de los distintos agentes involucrados en un proceso constante de mejora.

2.2 Por qué son necesarias las Smart Cities

Las *Smart Cities* están llamadas a convertirse en una de las herramientas más potentes en políticas públicas en el ámbito de las ciudades en los próximos años

Sin lugar a dudas las *Smart Cities* 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 la provisión de los servicios, sino que va a constituir en sí misma una vía sostenible para el desarrollo económico y social en las próximas décadas 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, disponer de una *Smart City* va a ayudar a la gestión automática y eficiente de las infraestructuras urbanas, lo que aporta ventajas evidentes: por un lado, la reducción del gasto (ver tabla adjunta), y, por otro, la mejora en sí de los propios servicios prestados. En la práctica, los beneficios van a ser mucho 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 a los que puede llegar a enfrentarse el espacio urbano.

Tabla 3. Ahorros 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
<i>Smart Metering</i>	10% en el consumo de energía eléctrica. 7% en el consumo de agua particular

Fuente: elaboración propia a través de Málaga Smart City.

Desde el punto de vista del gestor municipal como responsable de la evolución de la ciudad, la *Smart City* es la plataforma ideal desde la que plantear un entorno para la innovación y la incubación de nuevos negocios e ideas. Por lo tanto, constituye una herramienta para favorecer el crecimiento económico y el desarrollo social. Ofrecer una ciudad como una plataforma permite que terceros, ya sean las empresas o los propios ciudadanos, puedan ayudar a resolver los principales problemas de las ciudades, democratizando además el

9. Carlo Ratti, director del Senseable City Lab de Massachusetts Institute of Technology (MIT).

acceso a la información y los servicios y facilitando la resolución colaborativa entre sectores de dichos problemas. Todo ello además abunda en la máxima que debe primar en las Administraciones relacionada con la transparencia.

Tal y como se detallará en un capítulo posterior, si las infraestructuras de la *Smart City* son planteadas desde el inicio de una manera lo suficientemente flexible y bajo una aproximación holística que tenga en cuenta todas las necesidades, estas podrán ser utilizadas en el futuro para proporcionar servicios avanzados, que probablemente ni se imaginaban en el momento de su despliegue. Bajo esta perspectiva también hará viable la provisión de soluciones para colectivos más reducidos y permitirá la entrada de nuevos proveedores de servicios que contribuyan así a rentabilizar los costes de implantación y a garantizar la sostenibilidad y evolución de dichas infraestructuras.

Una *Smart City* es una plataforma ideal para la creación de viveros de nuevos negocios e ideas

Tabla 4. Fuentes 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: elaboración propia.

En definitiva, una *Smart City* viene a apoyar el desarrollo de las ciudades, tanto en lo que respecta a las mejoras de sus problemas actuales, como en la identificación y gestión de sus problemas futuros así como en la configuración de su propio alcance como ciudad.

Tabla 5. Smart City como apoyo a la evolución de las ciudades

<p>En la gestión de los problemas actuales de las ciudades</p>	<p>Ofreciendo servicios para la mejora del tráfico, la movilidad urbana, la provisión de servicios públicos, la gestión de información, la eficiencia energética, la gestión de espacios, la gestión de recursos y en definitiva la sostenibilidad.</p> <p>Incrementando su eficiencia y proporcionando mecanismos de control.</p>
<p>En la gestión de los problemas futuros de las ciudades</p>	<p>Adelantando servicios que reduzcan el impacto del incremento de la población, la polución y la escasez de recursos, así como el envejecimiento de la población y la evolución de los perfiles de los ciudadanos (más educados, más saludables, más preocupados por su entorno).</p> <p>Ayudando, gracias a las herramientas de análisis, a prever los posibles problemas del futuro.</p>
<p>En la propia definición del alcance de la ciudad</p>	<p>Ayudando a que la propia ciudad se configure a través de nuevos servicios e infraestructuras según su naturaleza como un destino turístico, un centro de fabricación, un concentrador comercial y de venta, etc.</p> <p>Ofreciendo soporte a las comunidades y grupos de usuarios.</p>
<p>En innovación y en la propia estrategia de crecimiento económico de las ciudades</p>	<p>Siendo una plataforma de innovación para que terceros puedan ofrecer servicios de valor añadido y por lo tanto una vía para crear empleo. Ofrece la capacidad para evolucionar, incrementando la productividad y contribuye a hacer crecer el PIB.</p> <p>La información de la ciudad se democratiza y permite tanto a expertos de marketing como a desarrolladores de productos centrar su estrategia, tanto en campañas de marketing como en desarrollo de productos y servicios.</p> <p>Ofrecer la ciudad como una plataforma que permite que los ciudadanos intervengan en la resolución de los problemas, ya sea interactuando con la propia Administración o incluso entre ellos mismos.</p>
<p>En el impulso del uso de la tecnología</p>	<p>Fomentando el uso de las nuevas tecnologías por parte de los ciudadanos, de las empresas y de la propia Administración pública.</p> <p>Las aplicaciones de la Smart City invitan a interactuar con la ciudad, ya que éstas la hacen así más eficiente, interactiva, atrayente, adaptativa y flexible.</p>
<p>En el crecimiento sostenible, equilibrando demanda y oferta y proporcionando un buen lugar para vivir y trabajar</p>	<p>Ayudando a reducir la distancia entre lo que quiere la ciudadanía de su Administración pública y lo que esta puede ofrecer debido a las restricciones presupuestarias y a la complicada situación financiera de los ayuntamientos.</p> <p>Apoya la gestión del gasto y en general reduce los costes de gestión.</p> <p>Contribuye a la mejora del bienestar y la calidad de vida de los ciudadanos.</p>

Fuente: elaboración propia.

Los servicios de una *Smart City*

3.1	Movilidad urbana	21
3.2	Eficiencia energética y medioambiente	30
3.3	Gestión de infraestructuras y edificios públicos	38
3.4	Gobierno y ciudadanía	39
3.5	Seguridad Pública	42
3.6	Salud	44
3.7	Educación, capital humano y cultura	45
3.8	e-Comercio	48

Son muchos los tipos de iniciativas que se enmarcan dentro de un proyecto global de *Smart City*. No todas suelen estar presentes en la implementación de una ciudad inteligente determinada, aunque para ser una verdadera *Smart City* es imprescindible tener desde el principio una visión holística de todas las necesidades de la ciudad y por lo tanto, de todo lo que se puede ofrecer en este contexto.

Los ejes en los que suele incidir un proyecto de *Smart City* tienen que ver con la movilidad urbana, la eficiencia energética y en general, la gestión sostenible de los recursos, la gestión de las infraestructuras de la ciudad, el gobierno participativo y la seguridad pública así como con las áreas de salud, educación y cultura¹⁰. A lo largo de este capítulo se describen los principales servicios, muchos de los cuales están ya funcionando y otros son aún pilotos pero constituyen una muestra de lo que se puede conseguir incorporando la tecnología y las comunicaciones a los procesos en las ciudades.

Estos proyectos, si bien se han agrupado por áreas, alcanzan todo su potencial cuando se integran en la visión conjunta de otros servicios. 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 concentración de contaminación, información que a su vez puede utilizarse para explicar por qué en determinadas zonas de la ciudad hay una mayor incidencia de enfermedades respiratorias. Cruzar esta información procedente de planos tan diferentes de una ciudad y en tiempo real (o casi real) es algo que solo puede llevarse a cabo en el marco de una *Smart City*. Y ahí es donde reside su especial valor.

Poder cruzar la información procedente de planos diferentes de la ciudad en tiempo real (o casi real) es algo que solo puede llevarse a cabo en el marco de una *Smart City*

3.1 Movilidad urbana

La movilidad en las ciudades es un problema cada vez más acuciante. Es por ello que esta iniciativa es una de las más implementadas bajo el concepto *Smart City*. El concepto de movilidad se refiere a la sostenibilidad, la seguridad y la eficiencia de las infraestructuras y sistemas de transporte, así como a la accesibilidad local, nacional e internacional.

Uno de los mayores problemas en el ámbito de la movilidad es la congestión del tráfico, que tiene un impacto negativo muy considerable en la calidad de vida de la ciudad tanto por la disminución de la productividad, como por el empeoramiento de la calidad del aire, así como por la contaminación acústica que conlleva. Según diferentes fuentes, en las grandes ciudades este impacto ronda entre el 1,4 % y el 4 % sobre el PIB de la ciudad. Se calcula que, en general, las carreteras congestionadas cuestan 78.000 millones de dólares por los 4.200 millones de horas perdidas en ellas y los 11.000 millones de litros de combustible gastados¹¹.

Se estima que el 10 % de las redes de carreteras están afectadas a diario por atascos, además, 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 estudios centrados en el ámbito de un barrio de Los Ángeles, solo para buscar aparcamiento anualmente se efectúa un gasto de 178.000 litros de combustible y se generan 730 toneladas de CO₂, el equivalente a 38 viajes alrededor de la Tierra¹².

10. R. Giffinger, C. Fertner, H. Kramar, R. Kalasek, N. Pichler-Milanovic and E. Meijers, *Smart Cities – Ranking of European Medium-Sized Cities*, Research Report, Vienna University of Technology, Vienna, Austria, 2007 (http://www.smart-cities.eu/download/smart_cities_final_report.pdf).

11. Congested roadways stat according to The Texas Traffic Institute's Urban Mobility Report.

12. Los Angeles statistics according to Donald Shoup, a professor of urban planning at the University of California, Los Angeles, is the author of "The High Cost of Free Parking".

Por otro lado, solo en la UE se producen entorno a 1,4 millones de accidentes al año, lo que supone unos 40.000 fallecimientos y ello representa un impacto del 2 % en el PIB europeo¹³. Ante estas cifras, es razonable que las iniciativas relativas a la gestión de la movilidad sean una de las primeras en abordarse a la hora de plantear una *Smart City*.

Gestión del tráfico en tiempo real

Las soluciones en este sentido tratan de facilitar al conductor la información en tiempo real del tráfico, así como gestionar las incidencias en carretera, las zonas en obras, el *timing* 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, el también denominado *ecodriving*, 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 (p. ej. ambulancias, policía, bomberos...).

En este sentido hay que destacar el proyecto **MARTA**¹⁴ (Movilidad y Automoción con Redes de Transporte Avanzadas) para la gestión inteligente de la movilidad urbana, una de las mayores iniciativas público-privadas en la historia de la investigación española, que ha contado con un presupuesto de 35 millones de euros y en el que han participado 18 empresas españolas de diferentes sectores, además de 19 centros de investigación y universidades, con un ámbito de actuación global que abarca 8 comunidades autónomas. El objetivo perseguido con este proyecto ha sido gestionar el tráfico de un modo más eficiente, reducir el número de accidentes y disminuir el impacto ambiental de la automoción.

En términos generales, MARTA ha desarrollado una amplia investigación en las **comunicaciones** entre vehículos (V2V) y de estos con la infraestructura (V2I), ofreciendo soluciones factibles que ayudan a mejorar la seguridad vial, la asistencia a la conducción, la movilidad y el medioambiente, todo ello basado en la inclusión del usuario conductor dentro de la Sociedad de la Información. Dentro de estas soluciones se han desarrollado **sistemas inteligentes de detección de** somnolencia del conductor, que permiten activar avisos visuales, auditivos y sensoriales para que este se despierte; sistemas para alertar de posibles riesgos en las intersecciones y adelantamientos, para ello se usan las comunicaciones vehículo a vehículo (V2V) de manera que si hay un vehículo obstaculizando el paso en una vía de doble sentido se avise a los otros vehículos de la zona de manera que se eviten las colisiones; sistemas de detección de peatones usando para ello cámaras de visión nocturna instaladas en los vehículos, etc.

Otro ejemplo en esta línea es el de **Barcelona** que dispone también de una aplicación para móvil (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 utiliza 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.

13. "Smart Cities Applications and Requirements". Net!Works European Technology Platform. 2011.

14. <http://www.cenitmarta.org/lotus/quickr/marta>

Figura 1. Aplicación de movilidad Trànsit (Barcelona)



Gestión de los medios de transporte de viajeros

El crecimiento de la población en las ciudades así como los nuevos hábitos de vida están presionando los sistemas de transporte para que aumenten su capacidad y ofrezcan un servicio más enfocado a los ciudadanos. Por ello, es razonable que otro conjunto de soluciones especialmente relevante sean aquellas que ayudan a gestionar las redes de autobuses y en general los medios de transporte urbanos, mejorando su eficiencia, permitiendo predecir mejor la demanda para optimizar el uso, reduciendo los costes operacionales, aumentando la seguridad y en general, mejorando la experiencia de usuario.

Estas aplicaciones usan sensores y analítica en tiempo real para, por ejemplo, predecir la llegada de autobuses o trenes y así poder informar a los pasajeros, bien sea mediante 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 replanificar rutas, disponer de sistemas integrados de horarios, de sistemas de venta de tickets, localizar en tiempo real los diferentes metros y autobuses, medir la densidad de pasajeros, etc. Adicionalmente es posible decidir la apertura de nuevas líneas de autobuses y en definitiva mejorar la red de transportes de la ciudad.

Un ejemplo destacado en este sentido es el del **metro del Londres**. Se trata de una solución que facilita el mantenimiento proactivo de unas instalaciones de más de 200 millas de vías, 250 trenes, 100 estaciones, 2.395 estructuras, 71 ascensores y 277 escaleras mecánicas. Gracias a una supervisión en tiempo real del grado de utilización de todos estos elementos, es posible optimizar el mantenimiento, reduciendo costes y también, gracias a la información en tiempo real y a la inteligencia aplicada a los datos de uso, se puede minimizar el impacto de las incidencias en los usuarios.

En la actualidad, todos los elementos de transporte del metro de Londres están interconectados entre sí y además están conectados con los centros de operación. En todo este proceso se genera una gran cantidad de datos que son almacenados y que pueden ser utilizados para aplicar un programa que permite tomar

mejores decisiones en tiempo real. Gracias a este servicio se dispone de una gestión integral de la información que se produce en todo el proceso asociado al servicio de transporte y que involucra la coordinación de diferentes tecnologías como sensores, cámaras y señales dinámicas.

El **Ayuntamiento de Madrid** también ha lanzado a mediados de 2011 un proyecto en colaboración con Telefónica con el que se facilita esta gestión del transporte. En concreto, consiste en la incorporación de pantallas panorámicas en los autobuses de la línea 27 de la ciudad que ofrecen 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. Estas pantallas también se aprovechan para ofrecer información meteorológica, de la agenda cultural y de ocio de la ciudad así como sobre los puntos de mayor interés turístico por los que circula la línea. El objetivo perseguido por el Ayuntamiento al incorporar estas soluciones es 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 y visitantes.

Figura 2. Pantallas con información dinámica en los autobuses de la línea 27 de Madrid



Otro ejemplo destacado en el ámbito de la movilidad urbana y en especial en la gestión de los medios de transporte se da en la aproximación seguida por la ciudad-Estado de **Singapur**. En este caso, al tratarse de una pequeña isla en la que viven unos cinco millones de personas, los problemas a los que se enfrenta la ciudad en su día a día son precisamente los relativos a la gestión de su densidad de población y la congestión del tráfico¹⁵.

Es razonable que en el marco de la *Smart City* esta ciudad decidiera apostar por el desarrollo de una red de transporte moderna y accesible, que pudiera ser usada por más de 4 millones y medio de personas al día, 3 millones en la red de autobuses y más de un millón y medio en el metro, así como ofrecer soporte a más de 20 millones de transacciones al día.

Para ello, desde finales de 2009 Singapur ha ido implementando una solución basada, por un lado, en unificar el método de pago, haciéndolo electrónico y a través del móvil, y por otro, en utilizar toda esta información generada para mejorar en sí el propio sistema de transporte, centrándose en todo momento en el usuario, al que le ofrece información para mejorar su movilidad.

15. http://public.dhe.ibm.com/software/info/television/advertising/thesmartercity/ODC03139-USEN-01_Singapore_LTA_final_SP_Sep28-09.pdf, <http://www.ida.gov.sg/Programmes/20061214105256.aspx?getPageType=40> y http://www-03.ibm.com/innovation/us/thesmartercity/index_flash.html#/home/

Unificar el método de pago ha permitido aumentar la comodidad para los viajeros y reducir los costes mientras que se ha podido duplicar la capacidad de rendimiento, ya que, tal y como se ha comentado, se efectúan más de 20 millones de transacciones al día¹⁶. Por otro lado, toda esta información que se puede almacenar al usar este método de pago unificado permite crear una base general de viajeros, identificar perfiles, aconsejar rutas alternativas a los usuarios así como desarrollar a su vez rutas óptimas y en definitiva, mejorar el transporte en la ciudad, apoyando así el desarrollo de políticas de movilidad. Además, con este sistema se han reducido los errores en las transacciones en un 80 %, algo que sin duda tiene un alto impacto si se considera que el transporte público de Singapur es el que más usuarios tiene a nivel mundial.

Figura 3. Carteles con información sobre los medios de transporte en Singapur



Otro ejemplo muy interesante es el de Rodalia.info¹⁷, una plataforma con la que los potenciales usuarios pueden informarse sobre el estado del transporte público en tiempo real en el área de Barcelona. Es especialmente curioso este ejemplo porque muestra que no siempre la Administración o las empresas operadoras y responsables directos o indirectos de la movilidad son quienes llevan a cabo los servicios de información. En este caso han sido los propios usuarios, en concreto, un estudiante en colaboración con una empresa de proyectos interactivos. La herramienta utiliza Twitter como plataforma para recopilar la información sobre el uso de la red de transporte, información que han enviado a su vez otros usuarios, y la presenta a través de una interfaz web en el PC o a través del móvil.

Figura 4. Rodalia.info para la consulta de la situación de los servicios de cercanías de Barcelona



16. <http://www.ida.gov.sg/Programmes/20061214105256.aspx?getPagetype=40> y http://www.lta.gov.sg/corp_info/annual_report_0910/LTA-AR09-10.pdf
 17. <http://rodatia.info>

Gestión de aparcamientos

Se ha estimado que reducir la media de tiempo necesario para estacionar un vehículo de 15 a 12 minutos puede reducir en 400 toneladas las emisiones de CO2 en una ciudad como Barcelona¹⁸. Según otro estudio, se estima que hasta el 45 % del tráfico en Manhattan es generado por coches que están dando vueltas para buscar una plaza de aparcamiento¹⁹. Sin duda, la gestión de aparcamientos se trata también de un servicio de gran utilidad.

Estas aplicaciones se valen de sensores distribuidos por la ciudad que permiten identificar las plazas libres de aparcamiento, mejorar la monitorización de los parquímetros y facilitar la ocupación de las plazas, evitando así desplazamientos inútiles y minimizando el tiempo de circulación de los vehículos. Esta iniciativa además se puede completar con el pago a través del móvil.

En la ciudad estadounidense de **San Francisco** un servicio en esta línea ofrece información sobre la disponibilidad de plazas de garaje en tiempo real a través de una aplicación para iPhone. Los ciudadanos pueden, mediante una interfaz gráfica muy intuitiva, consultar los parkings libres y su precio. Además, este sistema permite introducir una inteligencia adicional en el servicio y ofrecer precios variables dependiendo de la demanda o de otros aspectos como la contaminación. Se trata de un ejemplo de servicio que, aparte de mejorar la circulación en la ciudad, puede fomentar nuevos modelos de negocio.

Figura 5. Sistema inteligente de Parking de San Francisco (visualización de plazas y sensores)



En el ámbito español, dentro del proyecto **Smart Santander** también se está trabajando en la gestión inteligente de aparcamientos. Para ello se están desplegando sensores en las plazas de aparcamiento de la ciudad de manera que el sistema sea capaz de avisar cuando se produzca cualquier cambio en la ocupación de las plazas o se detecten vehículos en las zonas de carga y descarga, paradas de autobuses y zonas de aparcamiento limitado o reservadas a personas con movilidad reducida. Este servicio puede facilitar, además, el control del uso, generando alarmas cuando se superen los tiempos máximos autorizados de estacionamiento. Otra funcionalidad adicional que podría ser construida sobre estos servicios sería la de reservar espacios libres vía web por parte de las empresas que realizan repartos de mercancías.

18. "Smart Cities Applications and Requirements". Net!Works European Technology Platform. 2011

19. J.Markoff, "Can't find a parking spot? Check Smartphone", New York Times, 12 July 2008.

Gestión de flotas

Otro conjunto de aplicaciones tiene que ver con la gestión eficiente de las flotas. Se pueden aplicar las tecnologías móviles para el seguimiento de los vehículos así como usar sistemas embebidos para planificar rutas. Todo esto ayuda a reducir los tiempos en ruta, optimizar las cargas y el uso de la flota y su mantenimiento. Además, esta gestión redundante en un ahorro de combustible y por lo tanto en la emisión de gases.

En España destaca la aplicación de gestión de flotas del Ministerio de Fomento que permite gestionar todas las máquinas quitanieves.

Gestión del uso de bicicletas

Son muchas las ciudades que están fomentando el uso de las bicicletas con el objetivo de reducir las emisiones de CO₂ y en general conseguir un entorno más habitable.

Copenhague es una de estas ciudades, de hecho, es la ciudad en la que más uso se hace de la bicicleta del mundo. El 50 % de sus ciudadanos utiliza la bici y la ciudad se ha planteado como objetivo ser la primera ciudad neutra en CO₂ en 2025. En este sentido está utilizando soluciones basadas en la tecnología, entre ellas hay que destacar el proyecto **Copenhaguen Wheel, que como su nombre indica, consiste en** una rueda de una bicicleta que la convierte en un vehículo híbrido gracias a un motor que utiliza parte de la energía que el ciclista invierte en el pedaleo. La rueda, además, va equipada con un kit de sensores que detectan los niveles de contaminación atmosférica y acústica. Mediante un *smartphone* es posible compartir dicha información con los demás usuarios a través de la Red (y por lo tanto también acceder y consultar información en el momento en el que se está generando). Los datos colectivos se convierten en mapas de contaminación, tráfico o ruido de la ciudad correspondiente a ese mismo momento, con lo que el ciclista puede elegir la ruta que más le convenga para alcanzar su destino. El ciclista, además, a través del *smartphone*, puede controlar la propia bicicleta, bloquearla, medir el esfuerzo realizado y compartir esta información en las redes sociales.

Figura 6. Proyecto Copenhaguen Wheel



Fuente: <http://senseable.mit.edu/copenhagenwheel/>

Aplicaciones de trazabilidad y logística

Una de las competencias de los ayuntamientos consiste en controlar los alimentos y las bebidas, por lo que cualquier aplicación que ayude a la trazabilidad y la logística será de gran utilidad en este entorno.

La gestión de la logística es una tarea compleja. Se estima que las empresas de productos empaquetados de EE.UU. pierden anualmente 40.000 millones de dólares solo por deficiencias en las cadenas de suministro²⁰. En el ámbito del transporte por mar, por ejemplo, en Norte América, el 22 % de los contenedores están vacíos y esto implica pérdidas elevadas: solo un puerto puede llegar a tener 100.000 contenedores vacíos, lo que supone más de 200 millones de dólares de pérdidas²¹.

Hay diferentes servicios en esta línea que incrementan tanto la eficiencia en el transporte, como en el almacenamiento así como la monitorización y la gestión de los bienes en las ciudades. Con estas soluciones es posible, además, recopilar datos que permitan conocer la huella de carbono generada y así poder actuar para reducirla. En esta línea, serán de gran utilidad sistemas que permitan realizar un seguimiento a las cadenas de suministro, reduciendo, por ejemplo, los contenedores vacíos, ayudando a realizar lecturas de humedad y temperatura, proporcionando alarmas de robos, etc.

Por otro lado, se han ido desarrollando sistemas de trazabilidad que permiten conocer el origen, así como toda la información importante implicada en los procesos productivos de los bienes. Suele ser frecuente el uso de tecnología RFID (siglas de *Radio Frequency Identification*, en español identificación por radiofrecuencia) para registrar carnes y aves desde la propia granja a través de la cadena de suministro, hasta las bandejas del supermercado.

Pago de peajes

Aunque más tradicionales, en este grupo se encontrarían todas las aplicaciones que facilitan el pago de peajes sin necesidad de parar, usando para ello diferentes tecnologías de radiofrecuencia. Un ejemplo de este tipo de aplicaciones se ha llevado a cabo en Estocolmo, gracias a las iniciativas de control de tráfico, que incluyen, entre otras acciones, la de pagar un peaje por entrar a la ciudad, con la que se ha conseguido reducir el tráfico un 20 %, disminuir las emisiones un 12 % y hacer que 40.000 usuarios más utilicen el transporte público²². El sistema implementado facilita el registro de matrículas de los vehículos que pasan por los puntos de control y manda una factura al domicilio del conductor o lo cobra automáticamente de la cuenta bancaria online.

Soporte al uso de vehículos eléctricos

Se incluyen en este grupo las aplicaciones para la industria de los vehículos eléctricos cuyo despegue y desarrollo requiere de la incorporación de soluciones innovadoras de comunicaciones, como, por ejemplo, de sistemas que permitan conocer en remoto el nivel de batería del coche, reservar la recarga del vehículo en un lugar y momento oportunos, o permitir los pagos asociados.

La Agencia Internacional de la Energía estima que en 2050 habrá 2.000 millones de vehículos en todo el mundo, un tercio serán híbridos enchufables, otro tercio serán eléctricos y otro tercio funcionarán con pila de hidrógeno. 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.

En España se está desarrollando en Málaga un proyecto de movilidad eléctrica en este sentido denominado ZeM2All (Zero Emission Mobility to All) en el que colabora Telefónica I+D.

20. A.T. Kearney.

21. Según Drewry Shipping Consultants Ltd

22. Fundación de la Innovación Bankinter. El Internet de la Cosas. 2011

Figura 8. Ejemplo de ahorros que se consiguen gracias a iCarYou



Fuente: <http://www.icaryou.nl/>

Otros servicios

En esta línea también hay que destacar iniciativas como la del Vehículo Inteligente EU i2010 en la que los sistemas inteligentes integrados en el coche o en la infraestructura de las carreteras, junto con los sistemas de comunicación V2V (*vehicle to vehicle*) y V2I (*vehicle to infrastructure*) tienen como principal objetivo resolver los problemas de congestión de tráfico.

3.2 Eficiencia energética y medioambiente

En el ámbito de la eficiencia energética y, en general, de la sostenibilidad y la mejora de la gestión de los recursos, las *Smart Cities* tienen mucho que aportar.

La gestión de la energía se está convirtiendo en un tema prioritario en las sociedades modernas. Por un lado, el aumento del precio de la energía está obligando a las empresas y hogares a optimizar su consumo. Además, el mundo se enfrenta al desafío del cambio climático, por lo que reducir las emisiones de CO₂, haciendo un uso cada vez más eficiente de la energía al mismo tiempo que se incrementa el uso de renovables (energías fotovoltaica, geotermal, eólica, biomasa, etc.) se hace fundamental para lograr los objetivos marcados.

La demanda creciente de energía en las ciudades supone un enorme desafío que ha de ser afrontado además, garantizando la provisión continua del servicio (asegurando que no habrá caídas ni cortes). La propia naturaleza de las ciudades con su alta densidad de construcciones hace que sea más sencillo optimizar la gestión energética. En este sentido son muchas las ciudades que ya están desplegando redes inteligentes de gestión de la energía así como integrando las fuentes de energías renovables en las actuales redes eléctricas. Este concepto también se conoce como *Smart Energy Grid* y sin duda es una de las iniciativas estrella en el contexto de las *Smart Cities*.

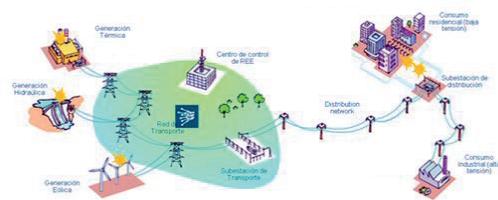
Estas ideas se combinan con los servicios que ayudan a ahorrar energía en edificios e infraestructuras (también conocidos como servicios de inmótica, de los que se hablará en un apartado posterior), o a los propios consumidores, así como con los sistemas de transporte inteligente, que también ayudan a optimizar el gasto energético en este sentido. Nuevamente aparece la visión holística de la ciudad como vía para aprovechar todas las ventajas inherentes al despliegue de una *Smart City*.

Para que todas estas aplicaciones sean posibles se hace necesaria una interacción entre las infraestructuras de comunicación avanzadas, el uso de técnicas de modelado matemático y entornos de simulación numéricos.

Smart Energy Grid

El modelo de generación-distribución-uso de la energía eléctrica es actualmente el mismo que existía hace décadas, tal y como se muestra en la Figura 9. Sigue un esquema unidireccional de información en el que no hay realimentación del consumo de energía por parte de los hogares.

Figura 9. Distribución tradicional de energía



Fuente: REE.

Los desequilibrios entre capacidad de generación y consumo tienen como consecuencia que parte de la energía no se aproveche. El concepto de *Smart Energy Grid* rompe con esa estructura monodireccional y propone un esquema de comunicación bidireccional de tal manera que se ajuste perfectamente la producción al consumo en tiempo real, mejorando así la distribución y reduciendo el gasto.

Muchas *Smart Cities* han comenzado su andadura desplegando infraestructuras y servicios en este sentido. En estos servicios se combinan los procesos inteligentes (p. ej. gestión de la oferta y la demanda y del consumo eléctrico en tiempo real) y las tecnologías inteligentes (p. ej. medidores y dispositivos inteligentes para la gestión de energética doméstica) con el fin de contribuir al ahorro de costes tanto en el mercado residencial como en el empresarial.

En general, la aplicación del concepto *Smart Grid* a las *utilities*²³ supone una oportunidad para desarrollar un sistema de facturación más complejo, que traslade mejor los costes de la energía a las tarifas aplicadas al consumidor, teniendo así en cuenta el momento del día (si es un momento pico o valle de consumo) y la distribución de la demanda a lo largo de este. Con este tipo de servicios, por ejemplo, las lecturas de los contadores pueden pasar de ser una vez al mes, a leerse una vez cada 15 minutos²⁴, con lo que será más sencillo ajustar el consumo, adecuar tarifas y en general, mejorar la eficiencia.

Como requisito fundamental para poder llegar a implementar una *Smart Grid* es necesario que el hogar disponga de dispositivos de medida de consumo instantáneo y que se puedan conectar a la Red. Este tipo de dispositivos quedan encuadrados en el concepto más amplio de HEM (*Home energy monitoring*) que usualmente incluye el dispositivo, tecnologías inalámbricas, y también sistemas de monitorización. La oferta vinculada a estos servicios es muy amplia, desde dispositivos de lectura de consumo interior en el hogar a portales web que ofrecen diversa información sobre el consumo energético de un hogar.

23. Por *utilities* se conocen a las empresas que proveen servicios públicos generalmente regulados como el abastecimiento de agua o el suministro de electricidad o gas.

24. Incluso bajo lo que ha dado en denominarse *smart grid* de segunda generación las lecturas podrán realizarse en tiempo real.

Figura 10. Dispositivos de medida de consumo eléctrico: Smart metering



Figura 11. Servicio My Energy de Telefónica I+D para la monitorización del gasto energético en el hogar



Fuente: Telefónica I+D y Endesa.

Uno de los proyectos más destacados en el ámbito de la eficiencia y la gestión energética, no sólo en España sino a nivel mundial, es el de Málaga *Smart City*²⁵. Proyecto que nace en 2009 con un presupuesto de 31 millones de euros y una duración de cuatro años y comprende varias iniciativas: *Smart Grids*, es decir, la gestión inteligente de distribución de energía; *Smart Generation and Storage*, en lo que se refiere a la autogeneración y almacenamiento de energía de origen renovable; *Smart Energy Management*, en lo que se refiere a la gestión eficiente del uso final de la energía, y *Smart and Informed Customer*, con el fin de informar y así concienciar y ayudar a comprometer a los ciudadanos con un consumo responsable.

Gracias a la gestión eficiente de la energía se puede llegar a reducir entre el 8 % y el 15 % de las emisiones de gases de efecto invernadero y esto, en el caso de los edificios inteligentes, puede llegar a situarse entre el 30 % y el 50 %. Cuando se informa al consumidor sobre el consumo se puede conseguir reducir entre el 5 % y el 15 %. El objetivo final del proyecto consiste precisamente en cumplir con los objetivos establecidos por Europa en esta línea con su plan 20/20/20²⁶, lo que representaría, para el caso de la ciudad de Málaga, evitar la emisión de 6.000 toneladas anuales de CO₂ a la atmósfera.

25. "Málaga Smartcity. Un modelo de gestión energética sostenible para las ciudades del futuro". <http://portalsmartcity.sadiel.es/> y <http://www.smartcitymalaga.es/> y http://portalsmartcity.sadiel.es/documentos/100204_%20Smartcity_ENDESA_Esp3.pdf

26. Se trata de un plan diseñado por la Unión Europea, que establece como objetivos para el año 2020 el aumento de la eficiencia energética en un 20 %, la reducción de las emisiones de CO₂ en un 20 % y el aumento del uso de las energías renovables en otro 20 %.

Figura 12. Servicios y agentes Smart Energy Grid en Málaga Smart City



Fuente: <http://www.smartcitymalaga.com/>

Con Málaga *Smart City* se persigue el objetivo de aproximar el modelo de negocio de la compañía eléctrica del futuro que se basará en una gestión descentralizada y en una intensa interacción con el cliente. Se trata de conseguir una integración óptima de las fuentes renovables de energía en la red eléctrica, acercando la generación al consumo a través de la instalación de paneles fotovoltaicos en edificios públicos, el uso de microgeneración eléctrica en hoteles o el desarrollo de sistemas microeólicos en la zona y también de concienciar a la población para que, haciendo un uso correcto de la energía, se reduzca el consumo.

De manera práctica, el proyecto Málaga *Smart City* gestiona sistemas de almacenamiento energético en baterías para facilitar el consumo posterior en la climatización de edificios, el alumbrado público y el transporte eléctrico. Además, el objetivo es potenciar el uso de coches eléctricos, con la instalación de postes de recarga y la implantación de una flota de vehículos. Para ello, desde luego, se hace imprescindible el despliegue de servicios en el marco de la *Smart City* que ayuden a gestionar la información que permita articular todo este nuevo ecosistema que necesita la implantación del coche eléctrico.

Por otro lado, el proyecto incluye la incorporación de nuevos contadores inteligentes desarrollados en el marco de la telegestión para hacer posible un consumo eléctrico más sostenible. La instalación de sistemas avanzados de telecomunicaciones y telecontrol permite además actuar en tiempo real y de forma automática sobre la red de distribución, haciendo posible una nueva manera de gestionar la energía y potenciando además la calidad del servicio. Para cerrar el círculo, el ciudadano se beneficia de todo este flujo de información ya que, por primera vez, se convierte en un sujeto activo en el sistema eléctrico, al tener datos para poder cambiar su comportamiento y, con él, su nivel de consumo. Por el momento, de estas iniciativas se han empezado a beneficiar un total de 300 clientes industriales, 900 empresas del sector servicios y 11.000 clientes domésticos.

En la actualidad, Málaga es una *Smart City* de referencia mundial en el campo de la eficiencia energética junto con otras iniciativas ya en marcha como son las de las ciudades de **Boulder** y **Columbus**, en Estados Unidos, o **Masdar**, en Dubai.

Smart Metering

Tal y como se ha comentado, asociado a las ideas del *Smart Energy Grid* se encuentra el concepto de *Smart Metering* o contadores inteligentes con los que es posible seguir en tiempo real el consumo. Esto ofrece, sin duda, un amplio conjunto de posibilidades.

Esta aplicación, sin embargo, tiene un reto importante: para que el despliegue sea un éxito para los proveedores de servicio²⁷ es preciso automatizar al máximo los procesos, minimizando el número de personas que gestionan las operaciones, tener una escala lo mayor posible y construir un ecosistema de socios completo y sostenible. Por todo ello, el ámbito de la *Smart City* es el más adecuado para llevarlo a cabo.

En 2009 había en el mundo más de 76 millones de dispositivos de *Smart Metering* instalados y las previsiones apuntan a que podrían llegar a los 302,5 millones en 2012²⁸. En Europa se estima que solo un 10 % de los hogares tiene este tipo de medidores pero se espera que, mediante una legislación, este porcentaje se eleve al 80 % en nueve años²⁹.

En la actualidad existen numerosas iniciativas en el ámbito del despliegue de *Smart Meters*. Un ejemplo es el caso de **Suecia**, país que empezó en primer lugar con el despliegue de este tipo de tecnologías en el año 2001, y que en el año 2009 fue el primer país en el que todo el parque de contadores eléctricos ya había sido remplazado con esta tecnología.

En el caso de **Ontario**, en Canadá³⁰, también se han implantado este tipo de contadores, comprobándose que los usuarios reducen un 6,5 % su consumo y que el 75 % son capaces de obtener ahorros jugando con las diferentes tarifas horarias.

En **Oklahoma** (EE.UU.) también se han llevado a cabo iniciativas en este campo, en concreto, en verano de 2008 se instalaron 6.600 *Smart Meters* en diferentes hogares de la ciudad por parte de la compañía Oklahoma Gas and Electric Company (OG&E), al mismo tiempo algunos usuarios también recibieron un dispositivo para consultar el precio de la energía en cada momento del día con lo que tenían la opción de planificar su consumo teniendo en cuenta el coste. Todos los usuarios concluyeron que disponer de esta información había influido en sus hábitos de consumo y que se había producido una reducción de entre un 10 % y un 13 % en dicho consumo durante el proyecto.

Otro ejemplo, en este caso de la ciudad brasileña de Río de Janeiro, es el de Rede Ampla. Ampla es el distribuidor de energía eléctrica de Río, propiedad de Endesa Brazil y que proporciona electricidad al 73 % del estado de Río de Janeiro. La alta tasa de urbanización y la naturaleza de la misma (en muchos casos suburbios con altos grados de criminalidad) hace que se llegue a altas tasas de robos de energía. Muchos clientes además no tienen acceso a servicios de banca y tienen problemas para gestionar sus finanzas, por lo que hay un alto índice de morosidad. Por otro lado, los contadores situados tanto en las casas como en los comercios tienden a ser manipulados por los propios consumidores, algo que supone cuantiosas pérdidas para la compañía. Se estima que, de media, Ampla pierde un 23,6 % de energía en su red, llegando incluso a un 52 % en algunas áreas. Por este motivo, en 2003, la empresa comenzó a utilizar un nuevo modelo de *smart metering* colocando para ello los contadores no en los

27. Hay que tener en cuenta que los ARPU's por contador no son elevados.

28. Smart Mobile Cities: Opportunities for Mobile Operators to Deliver Intelligent Cities. GSMA. 2011.

29. http://www.n-economia.com/informes_neconomia/pdf/informe_mensual/2011/informe_mensual_MAY.pdf

30. El origen de esta inactividad tuvo que ver con los apagones que se produjeron durante agosto del año 2003 que dejaron a 50 millones de habitantes sin servicio a lo largo de ocho estados de EE.UU. y dos provincias canadienses. Las autoridades se propusieron entonces la actualización de la red eléctrica de tal manera que esta pudiera automáticamente detectar problemas y reconfigurarse para contenerlos. Una de las iniciativas asociadas a este cambio fue la implantación de *smart meters*, que se han hecho obligatorios a partir del año 2010.

hogares, sino próximos a los transformadores y utilizando tecnologías móviles para transmitir dichas lecturas. El sistema permite, además, el envío de la información de consumo a los clientes a través de los teléfonos móviles. Se puede decir que ha tenido un gran éxito ya que ha permitido reducir los robos en más del 50 %, las interrupciones de suministro en más de un 40 % y, en general, reducir los costes de operaciones³¹.

Por otro parte, en la ciudad de **Norman** (EE.UU.), se instalaron en agosto de 2010 42.000 *Smart Meters* y en este caso se concluyó que el consumo eléctrico durante los períodos pico disminuía un 33 % y que los usuarios que contaban en su hogar con un termostato inteligente ahorraban un 57 % del consumo durante estos períodos.

Sin embargo, estas ideas van más allá del ahorro de consumo energético. Es el caso de **Australia**, donde se ha producido una significativa reducción del consumo de agua (entorno al 7 %)³² a través de una combinación de acciones que incluyen desde las restricciones regulatorias a la provisión de información sobre el gasto realizado en comparación con el objetivo marcado para la ciudad.

Por su parte, ciudades como **Londres o Helsinki** esperan reducir más del 30 % de sus emisiones de carbono a través del cambio de hábitos de los propios ciudadanos. De hecho, Helsinki, a través de su proyecto *Low2no*³³, pone de manifiesto que el 50 % de la huella de carbono de los ciudadanos tiene que ver con el estilo de vida de estos, por lo que ha lanzado una aplicación que ayuda a cambiar estos comportamientos.

Recogida y tratamiento de residuos urbanos

Otro conjunto significativo de aplicaciones son las relativas a la gestión de los residuos urbanos. En este sentido se usan sensores que avisan, por ejemplo, cuando los contenedores están llenos y por lo tanto ajustan la retirada de los residuos a las necesidades reales de la ciudad.

Un ejemplo concreto de este tipo de aplicación se da en la *Smart City* de **Vitoria**: los contenedores de fracción resto, papel/cartón y envases ligeros disponen de un TAG que informa mediante GPS de su ubicación, así como del último vaciado y pesaje. Se dispone además de GPS instalados en casi toda la flota de vehículos de limpieza y recogida de residuos, con un programa para visualizar la posición de cada vehículo lo que permite optimizar rutas y ahorrar tiempo y recursos. Además, se tiene un inventario de papeleras, contenedores y buzones de recogida neumática georeferenciados, con datos de modelo, fotos, estado de conservación, limpieza, etc., lo que, sin duda, facilita su mantenimiento. Adicionalmente se realiza una vigilancia en tiempo real del estado de las Centrales de Recogida Neumática, con información de consumos, apertura de válvulas, estado de la central, históricos de recogidas, secuencias de recogida, etc.

Gestión de parques y jardines públicos

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, puede ajustar el riego y ahorrar mucha agua en el contexto de las ciudades.

Un ejemplo en esta línea es el municipio de **Sant Cugat del Vallés** (provincia de Barcelona), donde la instalación de unos sensores que permiten medir el nivel de humedad de la tierra en los parques municipales ha permitido un ahorro del 20 % en el agua empleada con este fin.

31. Smart Mobile Cities: Opportunities for Mobile Operators to Deliver Intelligent Cities. GSMA. 2011.

32. Entre 2000 y 2005.

33. <http://www.low2no.org/>

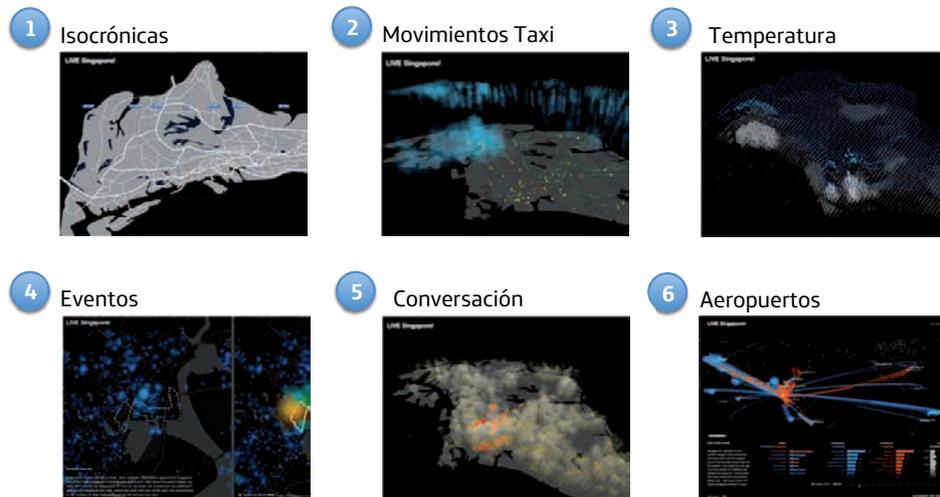
Medición de parámetros ambientales

Otro campo que es necesario monitorizar en el ámbito de las ciudades tiene que ver con el seguimiento de los parámetros ambientales. Se trata de medir la calidad del aire, la calidad del agua, el ruido, la humedad, la temperatura, la concentración de polen, etc.

Una iniciativa interesante e imaginativa en este ámbito es el proyecto *Live Singapore*³⁴, a través del cual se proporciona a los ciudadanos acceso a un amplio abanico de datos acerca de la ciudad, datos que en gran parte son proporcionados por los mismos ciudadanos. Para ello, se dispone de una plataforma abierta para la colección, elaboración y distribución de los datos que recogen la actividad urbana. Se ofrece así un acceso tangible y en tiempo real sobre el entorno, lo que permite tomar decisiones más adecuadas. El sistema que le da soporte ofrece además la plataforma para que otros puedan desarrollar múltiples aplicaciones y así dar un nuevo valor a la información en tiempo real de la urbe.

Uno de los aspectos más importantes en este proyecto es, sin duda, la aplicación que permite visualizar los datos. Sin esta funcionalidad no sería posible entender la realidad circundante. Las variables que se han conseguido representar son de lo más variado, y tratan de ofrecer una visión de Singapur como una estructura activa, tal y como se observa en las siguientes figuras.

Figura 13. Singapur en Tiempo Real



Fuente: MIT <http://www.youtube.com/watch?v=2aEPkyOBtRo>

Live Singapore ayuda a visualizar las **isocrónicas**, es decir, se facilita un mapa de la ciudad para el transporte en vehículo en el que las distancias se miden en función del tiempo que se necesita para recorrer un espacio y no por los metros que existan entre dos puntos. Los atascos o los accidentes en la carretera hacen que el concepto de distancia sea más bien un concepto temporal que un concepto espacial. La monitorización de datos y su traducción a la escala “tiempo” hace que el mapa se deforme continuamente con respecto al mapa tradicional, y muestre grandes diferencias entre las diferentes fases del día, o entre el fin de semana y los días laborales.

34. Proyecto en el que participan los principales agentes de la ciudad como la compañía de telecomunicaciones (SingTel), el operador del aeropuerto de la ciudad (Changi Airport, PSA), la eléctrica (Singapore Power), las agencias nacionales de energía y medioambiente y las empresas de transporte tanto públicas como privadas.

Por otro lado, se puede visualizar los **movimientos de los taxis**. Singapur es una ciudad que depende en gran medida de los taxis para el transporte. En los días de lluvia, se hace muy difícil poder conseguir un taxi con lo que la movilidad se ve muy perjudicada. La señalización de los movimientos de los taxis en un mapa ofrece a los usuarios una información importante del movimiento urbano y sirve para mejorar a medio plazo el servicio de taxis, al poder identificar las áreas donde se produce un mayor movimiento.

Otra opción es la visualización de la **temperatura** a lo largo de la ciudad, ya que no se trata de una variable constante. Estas variaciones se deben a la orografía, al transporte, a una mayor acumulación de edificios, etc. El conocer las variaciones de la temperatura en tiempo real tiene interés, por ejemplo, para el cálculo del consumo de energía en aire acondicionado.

Otra facilidad es la visualización de **eventos**. Las ciudades de gran tamaño también están acostumbradas a organizar eventos de gran impacto que modifican el comportamiento de los habitantes e influyen en diversos ámbitos de la ciudad. En el ejemplo de la figura se muestra la densidad de mensajes de texto que se produjo en las diferentes áreas de la ciudad durante la celebración de un premio de Fórmula 1. En Singapur se ha conseguido una tasa de penetración de 140 teléfonos móviles por cada 100 habitantes. La utilización de estos teléfonos móviles muestra una imagen de la vida de la ciudad, de qué partes son más vitales, hay mayor movimiento y dinamismo, y qué zonas son socialmente más tranquilas. En definitiva, se puede **visualizar la conversación en tiempo real**.

Finalmente, al ser Singapur uno de los grandes centros de vuelos internacionales, tanto en número de pasajeros como de mercancías, el seguimiento en tiempo real de datos como el número de pasajeros, aviones, mercancías, destinos, etc. ofrece un dibujo del carácter global de la ciudad también muy interesante.

Este proyecto es un ejemplo de innovación abierta inspirada en la apertura de datos por parte de la Administración a través del que se proporciona una plataforma y herramientas para que los desarrolladores exploren y combinen datos en tiempo real que puedan resultar a su vez en el conocimiento de una realidad. Así, todos los agentes que comparten información se benefician de ver más allá de sus redes y usar todo el potencial creativo de la comunidad de desarrollo. Con ello, se extrae valor de los datos existentes, se innova y se crean oportunidades de negocio. El verdadero poder de *Live Singapur* no está en la aplicación en sí, sino en la plataforma flexible y escalable que ofrece, de manera que puede convertirse en el ecosistema soporte para definir el dominio de programación de la ciudad que ayude a incorporar nuevas ideas y funcionalidades a medida que estas maduren.

Otro ejemplo es el de la ciudad de **Cambridge**, en concreto en su universidad de Harvard, donde en el marco de la iniciativa **CitySense**, se han desplegado más de cien sensores que miden variables medioambientales como la temperatura, la concentración de CO₂ y de partículas en el aire. Los sensores están desplegados utilizando para ello las farolas o los edificios públicos y los datos que recogen son transmitidos en tiempo real a los servidores centrales. Este proyecto ha sido creado como una instalación experimental para estimular el desarrollo y las aplicaciones de las nuevas redes de comunicaciones inalámbricas y las redes de sensores, así como para proporcionar una plataforma de evaluación con escala significativa y realismo. Los retos más importantes son, además de la implementación y el mantenimiento de dicho sistema, la inherente problemática de confiabilidad y rendimiento con varios saltos inalámbricos, el enrutamiento, así como la gestión limitada de recursos y las actualizaciones de *software* eficientes y frecuentes.

3.3 Gestión de infraestructuras y edificios públicos

Los edificios son las piezas básicas de las que están compuestas las ciudades. Consumen en torno al 40 % de toda la energía mundial y se estima que, además, el 50 % de todo ese consumo no es eficiente³⁵. En el caso de Estados Unidos, los edificios llegan a consumir el 70 % de toda la electricidad, de la cual el 50 % se malgasta, y de la misma forma derrochan el 50 % del agua que consumen³⁶. Ante este panorama es razonable que aplicar la tecnología para mejorar esta gestión sea uno de los ámbitos más destacados de las *Smart Cities*.

Gestión de edificios públicos 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 y en general, la energía y la refrigeración del equipamiento tecnológico de los edificios. De hecho, modernizando estos elementos se consigue un gran ahorro en el consumo. Hay ejemplos de empresas que introduciendo simplemente la variable de previsión meteorológica en los sistemas que gestionan sus edificios han conseguido ahorros del 15 % en el consumo de energía³⁷.

Las *Smart City* Valladolid y Palencia en España están trabajando en esta línea tanto en edificios como en barrios sostenibles, entre otras muchas más acciones³⁸.

Gestión de infraestructuras públicas y equipamiento urbano

En el caso de la *Smart City* se pueden aplicar todas estas ideas a la gestión de los edificios públicos (inmótica) y por supuesto al mantenimiento de las infraestructuras públicas, como las redes eléctricas, las tuberías de abastecimiento de agua, el alumbrado, el alcantarillado, los elementos de gestión del tráfico, los displays, los parkings, el riego, los parques y jardines, etc.

Existen numerosos ejemplos en este sentido. Hay que destacar el caso de la ciudad de **Lyon**, en la que se ha aplicado esta filosofía a la gestión de su alumbrado público y con ello ha conseguido ahorros cercanos al 80 %.

En el caso de España, la *Smart City* de **Vitoria** dispone de un sistema que permite detectar fugas y prelocalizaciones de fugas. Para ello cuenta con 760 equipos móviles en la red de fibrocemento que miden el nivel de ruido de la red durante la noche y detectan la existencia de una fuga. Posteriormente un operario se presenta en la zona y desde su vehículo localiza con más precisión el punto de fuga mediante una PDA³⁹ y un sensor. Estos equipos disponen además de conectividad GSM lo que permite enviar la señal a un GIS⁴⁰. Por otro lado, la ciudad ha instalado también manómetros en numerosas fuentes que transmiten los datos de presión vía GSM a un servicio central. El objetivo es instalar también equipos de análisis de aguas que permitan medir el PH, la conductividad, la turbidez, el cloro, etc. y así controlar la calidad de agua de toda la red de la ciudad.

Otra aplicación tiene que ver con el control de la salud interna de las estructuras como edificios, puentes y carreteras. La idea es usar sensores de medición de variaciones en las estructuras mediante la monitorización de grietas y la medición de oscilaciones producidas por procesos de calor/frío (dilatación/contracción), así como los movimientos de las estructuras mediante el uso de los acelerómetros.

35. Según <http://www.telenorconnexion.com/>

36. Fundación de la Innovación de Bankinter. La Internet de las Cosas. 2011.

37. Fuente: Telenor.

38. <http://www.smartcity-vyp.com/>

39. *Personal Digital Assistant*. Agenda digital.

40. *Geographic Information System*. Sistema de información geográfica.

Reporte de incidencias urbanas por parte de la ciudadanía

Un ejemplo de aplicación en el que el ciudadano se implica y forma parte activa del mantenimiento de la ciudad es **Bustia Ciudadana**, una aplicación para iPhone para que los ciudadanos de **Barcelona** informen de incidencias en la vía pública. La aplicación es muy sencilla e intuitiva ya que a través de la interfaz se puede seleccionar el ámbito de la incidencia y rellenar un formulario, así como incluir una foto y la localización de dicha incidencia. El servicio también permite consultar el estado de las incidencias enviadas así como solicitar nuevamente su resolución.

Figura 14. Aplicación Bustia Ciudadana (Barcelona)



3.4 Gobierno y ciudadanía

Aunque es un concepto de servicio previo al de *Smart City*, en este contexto hay que hacer referencia necesaria a los servicios que tienen que ver con el gobierno de la ciudad y su relación con la ciudadanía en todo lo relativo a la transparencia y la participación en la toma de decisiones.

e-Administración

Se trata de todos los servicios que facilitan la relación con la Administración de manera online, ya sea para acceder a la información básica, como para realizar trámites, pagar tasas e impuestos, etc. En este contexto se suele hablar de proyectos de Ciudad Digital, en el marco de los cuales se ofrecen, a través del canal online, los servicios para el ciudadano y las empresas.

Hay numerosos ejemplos y desde hace mucho tiempo ya que la Administración electrónica es uno de los servicios en Internet que más se han desarrollado en los últimos años. Uno de ellos es el del Ayuntamiento de la ciudad de **Edimburgo**, el cual ha adoptado una aproximación novedosa introduciendo a los ciudadanos en el diseño de los servicios ofrecidos. En esta línea tiene iniciativas como la de *Web Services Pilot*,

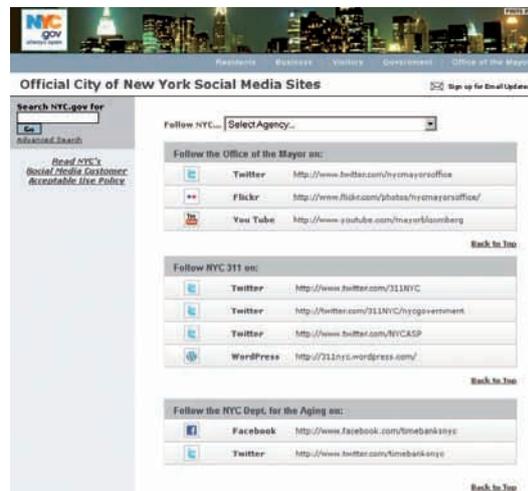
consistente en una web abierta a los ciudadanos para mejorar la eficiencia de los servicios y la experiencia de usuario. En el marco de estos servicios se muestra información actualizada y precisa para que pueda ser utilizada por los ciudadanos y por los visitantes, facilitando un repositorio de conocimiento que ayude a potenciar una cultura enfocada a la web. Además, el Ayuntamiento dispone de un portal multiacceso (web, Tv, Internet móvil y canal telefónico) y se han implantado *smart cards*⁴¹ para el acceso a muchos de los servicios de la ciudad. El objetivo que se ha planteado la ciudad de Edimburgo en este sentido es la de aumentar la calidad un 25 % en los servicios públicos e incrementar la colaboración con las empresas que prestan los servicios públicos en la ciudad para mejorar así la eficiencia, favoreciendo la participación ciudadana en asuntos públicos⁴².

e-Participación

Son importantes también todos los servicios de e-participación y aquellas iniciativas que, en general, favorecen la transparencia y que contribuyen a la gobernanza de los municipios. Entre los usos más comunes destacan los sitios para la realización de encuestas y votaciones, así como las redes sociales que fomentan la comunicación y asociación de diferentes grupos de interés.

Es interesante en este campo el uso de herramientas sociales, como pueden ser Quora o Twitter, para que ciudadanos planteen sus dudas o preguntas y que, de este modo, encuentren respuestas de una manera más rápida. Es el caso de la ciudad de **Nueva York**, que utiliza, según datos de abril de 2011, más de cien canales en medios sociales para atender a sus ciudadanos.

Figura 15. Uso de medios sociales por parte de la Ciudad de Nueva York



Gobierno Abierto y Open Data

Hay un movimiento importante en las administraciones hacia la provisión de todo tipo de datos hacia la ciudadanía motivados por el principio de transparencia.

41. Tarjetas inteligentes que permiten la ejecución de cierta lógica programada.

42. <http://www.smartcities.info/>

El movimiento *Open Data*, como ha dado en denominarse, proporciona así datos que suelen estar en formato no-textual y tratan sobre diferentes temáticas (médicos, geográficos, meteorológicos, sobre biodiversidad, relativos a servicios públicos, etc.). Estos datos suelen ser de la Administración pública, de proyectos que han sido financiados con dinero público o creados por una institución pública.

El objetivo de “abrirlos” a la sociedad es que esta pueda sacar provecho de ellos, ya que las organizaciones que los ofrecen no pueden, no quieren o simplemente no tienen la capacidad de analizarlos o de procesarlos. Ponerlos a disposición de la sociedad hace que cualquier persona u organización pueda construir sobre ellos una nueva idea que resulte en nuevos datos, conocimientos o incluso servicios. Se trata pues de abrir una puerta a la innovación y al conocimiento así como ofrecer nuevas oportunidades de negocio. Por otro lado, en el caso de la Administración pública, el movimiento *Open Data* viene a apoyar la tendencia de Gobierno Abierto (*Open Government*), la transparencia sobre la gestión pública y el fomento de la interoperabilidad entre Administraciones.

Hay numerosos ejemplos de esta nueva tendencia. En el caso de ayuntamientos en España hay que citar los casos del **Ayuntamiento de Zaragoza**, que con sus “Datos de Zaragoza” incluye cientos de conjuntos de datos en formato abierto y una decena en formato semántico, entre ellos puntos de interés turístico, organigramas, trámites y servicios, direcciones de Zaragoza y ofertas de empleo. Pero hay otros muchos más ejemplos, como el del **Ayuntamiento de Gijón**.

En el ámbito de la Administración central, ya desde el año 2009, hay que destacar el Proyecto **Aporta**, que persigue la finalidad de reutilizar la información del sector público en el entorno del Plan Avanza 2. Y en el ámbito de la Administración autonómica hay que destacar proyectos como *Open Data* Euskadi, Datos de Asturias y *Dades Obertes* en Cataluña, entre muchos otros.

Otra aplicación muy valorada en el ámbito de la transparencia en el gobierno de una ciudad son los **canales de TV por Internet**. Se trata de soluciones integrales exclusivas que permiten disponer de un canal de televisión propio, con identidad y accesible a través de varios dispositivos. A diferencia de otros medios, como la TDT o el satélite, la emisión por Internet es más económica para los municipios. Un canal de TDT costaría entre 2 o 3 millones de euros mientras que Canal TV no supera los 40.000 € de coste. A esta iniciativa ya se han unido ciudades como Santander, Málaga y Móstoles.

Figura 16. Canales de TV por Internet para municipios



Aplicaciones analíticas

En la actualidad las ciudades cuentan con mucha información sobre su funcionamiento, pero casi toda está distribuida en silos de información independiente, no conectada y que no permite realizar un análisis completo y complejo de la situación. Se pierden así muchas oportunidades desde el punto de vista creativo y comercial, pero también desde el propio punto de vista de gobierno de la ciudad.

Las plataformas de gestión analítica permiten realizar un análisis en profundidad del entorno de la ciudad. Todo ello va a permitir llevar a cabo ajustes en tiempo real de los recursos, ya sean energéticos, de enrutamiento de tráfico, de medios de transporte, de seguridad (policías, etc.), así como la configuración de precios en tiempo real según demanda, etc. Los datos, además, permiten a la ciudad analizar los posibles problemas futuros y así poder adoptar medidas con antelación. En este sentido, el uso de técnicas de visualización se hace imprescindible para poder entender las diferentes realidades bajo estudio.

Un ejemplo de esto es el trabajo realizado en **Current City Research Foundation**⁴³ donde se usan diferentes técnicas de análisis con datos anónimos de usuarios móviles y datos espaciales para dibujar mapas en tiempo real de flujos urbanos y patrones de tiempo. Estos datos son usados para planificar posibles actuaciones en situaciones de emergencia, para desarrollar mejores estrategias turísticas así como para estudiar el impacto del desarrollo de proyectos urbanos. Ya hay organizaciones que están usando esta información, entre ellas, el Ministerio de Transporte holandés y la Agencia Medioambiental de Holanda.

El valor de toda esta información se incrementa de manera exponencial cuando se mezcla con datos de carácter público, privado y comercial. El ejemplo antes comentado de *Live Singapore* pone de manifiesto como la combinación de datos básicos de móviles con previsiones meteorológicas puede mejorar los flujos y la localización de los taxis.

En esta línea, la iniciativa *Open Data* que siguen muchos ayuntamientos, tal y como se ha comentado anteriormente, está haciendo posible que estos datos estén accesibles para los desarrolladores de aplicaciones y, en general, a terceras partes. Londres, por ejemplo, ha creado la **London Database**, que pone todos sus datos disponibles de manera abierta (localizaciones de alquiler de bicicletas, precios de casas, localizaciones de campos de juegos, etc.) y está interesando a los negocios que quieren combinar los datos de clientes con datos de la ciudad y datos de ventas con el objetivo, por ejemplo, de ofrecer precios más ajustados a sus productos y servicios. En este sentido, la analítica y la visión comercial son piezas importantes de la *Smart City*, sobre todo en lo referente a la generación de valor.

3.5 Seguridad Pública

A medida que las ciudades crecen la gestión de la seguridad pública se complica ya que para asegurarla es necesario coordinar una gran cantidad de recursos y agentes. En este ámbito el uso de la tecnología reporta un importante beneficio.

Gestión de servicios públicos de emergencia y protección civil

Cualquier aplicación que permita optimizar la capacidad y el tiempo de respuesta de los servicios de emergencia será de gran utilidad en el entorno de las ciudades.

43. <http://currentcity.org/>

Los servicios de emergencias como el 112 están diseñados bajo un criterio multiservicio que permite integrar operativamente a todos los organismos implicados en este tipo de situaciones. Los procedimientos determinan también los intercambios de información necesarios para conocer, en todo momento, el desarrollo de la gestión de la incidencia. El modelo del servicio se desarrolla a dos niveles: por un lado, se procede a la recepción, atención y gestión de las llamadas, y a partir de ahí se movilizan y gestionan los recursos para poder atender las emergencias.

Videovigilancia y seguridad ciudadana

En este contexto, las aplicaciones pueden ir desde servicios de videovigilancia con cámaras centrados en controlar determinadas zonas, a aplicaciones que aseguran el control de los eventos masivos, a través de sensores que localizan a las personas⁴⁴ y que por lo tanto ayudan a prever situaciones de aglomeración.

En la ciudad de **Chicago**, por ejemplo, se ha instalado un servicio que ayuda a combatir la delincuencia mediante avanzados sistemas digitales de vigilancia que permiten dirigir las cámaras al lugar donde ha sonado un disparo, al estar dotados de sensores de audio. Ello, además, permite registrar el calibre del arma disparada y el lugar del hecho, incluso antes de llamar a la policía.

La **Ciudad Autónoma de Ceuta** cuenta con un servicio en el que más de 250 cámaras alrededor de la ciudad se conectan a los servicios de emergencia y vigilan por la seguridad. Las imágenes de las cámaras se combinan con el análisis del vídeo en tiempo real lo que ofrece numerosas ventajas para mantener la seguridad. Por otro lado, un centro de control permite gestionar y visualizar de manera centralizada tanto las imágenes en tiempo real como las ya almacenadas.

El proyecto **WikiCity** desarrollado por el SENSEable City Lab del MIT ha desarrollado experiencias en la ciudad de **Roma** usando los móviles de los habitantes para obtener información en tiempo real y presentarla de manera gráfica mediante mapas. En el ejemplo de la imagen, las líneas en amarillo representan las líneas de autobuses y las zonas rojas la densidad de gente.

Figura 17. Proyecto WikiCity – Real Time Rome



Fuente: <http://senseable.mit.edu/realtimerome/>

44. Para esto se suelen utilizar técnicas de triangulación con tecnologías móviles aprovechando que los teléfonos móviles tienen muy alta penetración. Hay que destacar que esta localización siempre se realiza con un carácter anónimo y que por lo tanto no compromete la privacidad de las personas.

Prevención y detección de incendios

En este caso los servicios combinan redes de sensores que ayudan a detectar de manera temprana los incendios, así como redes de comunicación que permiten contactar con los centros de emergencia de manera inmediata.

3.6 Salud

Aunque la sanidad en España es un servicio público competencia de las Comunidades Autónomas, los Ayuntamientos participan en la gestión de la atención primaria de la salud y por lo tanto encuentran en la tecnología un aliado para ofrecer este tipo de servicios en el ámbito de la *Smart City*.

En un entorno en el que la población está envejeciendo y se incrementa la incidencia de las enfermedades crónicas⁴⁵, el uso de la tecnología se hace si cabe más necesario ya que esta puede ayudar a la contención de los costes de asistencia sanitaria y contribuir al mantenimiento de los niveles esperados de calidad del servicio.

Telemonitorización y telemedicina

En este ámbito destacan las soluciones que facilitan el seguimiento del estado de salud a través de mediciones de signos vitales usando bio-sensores. Se trata de sistemas que facilitan la monitorización de los pacientes y que pueden servir como puente entre el hospital y el hogar, permitiendo a los enfermos estar en sus casas y ser atendidos a distancia tanto para diagnóstico como para tratamiento y seguimiento de la enfermedad.

El elemento central de todo este entramado es precisamente la **historia clínica electrónica** con la que es posible compartir información y colaborar entre los hospitales, las farmacias y las consultas de atención primaria. Hay que destacar que solo en Estados Unidos se producen anualmente 2,2 millones de errores en las recetas de medicamentos porque están escritas a mano⁴⁶, por lo que este tipo de aplicaciones, junto con las de **receta electrónica**, sin duda son de gran utilidad.

Estos sistemas de información se complementan con las aplicaciones de telemedicina. Ejemplos como el de la plataforma Colabor@, desarrollada por Telefónica I+D e implantada en varios servicios de salud y hospitales tanto en España como en Reino Unido, son claro exponente de cómo se puede ofrecer soporte a la actividad sanitaria, facilitando la compartición en tiempo real de la información que se maneja habitualmente en la práctica sanitaria, como el historial clínico electrónico o los resultados de las pruebas diagnósticas. Adicionalmente permite a los profesionales el intercambio de opiniones, conocimientos e información con el fin de mejorar los procesos de diagnóstico, tratamiento y seguimiento de los pacientes.

En el ámbito concreto de una ciudad inteligente, en este caso en la ciudad alemana de **Friedrichshafen**, se están desarrollando sistemas de telemedicina diseñados para mejorar la atención médica. Por ejemplo, los diabéticos que utilizan el sistema de control de la diabetes GlucoTel ya no tienen que realizar visitas frecuentes a su médico pues este puede recuperar sus datos a través de un sistema remoto. Por otro lado, los sistemas móviles de llamadas de emergencia, como *derBUTLER*, apoyan el trabajo de atención del personal de rescate. Además, otras soluciones basadas en las TIC son utilizadas por los médicos especialistas en diferentes lugares para coordinar el diagnóstico y el tratamiento de los datos para los pacientes.

45. Se estima que en 2050 habrá en el mundo más de 2.000 millones de personas de más de 60 años y que prácticamente la mitad del mundo desarrollado estará enfermo de manera crónica.

46. Según eRx Collaborative.

Teleasistencia y servicios sociales

Por otro lado, los sistemas de teleasistencia facilitan la vida independiente de personas con necesidades especiales, ancianos y enfermos. A estos se les suman los sistemas de localización que permiten ofrecer asistencia a domicilio a personas mayores en un tiempo más corto. Esto además, supone una oportunidad a las empresas para dar servicios más focalizados y explotar así nuevos modelos de negocio.

Los servicios más frecuentes en este ámbito dotan a los usuarios de brazaletes con identificativos GPS que permiten localizarlos para seguir su estado de salud y su medicación. Se pueden además complementar con los sistemas de diagnóstico remoto en el hogar del paciente, que permiten monitorizar el estado de las señales vitales, la presión sanguínea, los niveles de glucosa, etc., y sirven para evitar desplazamientos a los centros de salud que pueden resolverse con un seguimiento remoto.

Sanidad pública

Sin duda, combinar el uso de datos y servicios de localización puede ayudar a plantear servicios que alerten de posibles riesgos para la salud. Es el caso de la aplicación **Don't eat at** para iPhone en la ciudad de Nueva York, que avisa con una notificación cuando el usuario entra en un restaurante que va a ser clausurado por no cumplir las normas de sanidad pública.

3.7 Educación, capital humano y cultura

Uno de los servicios públicos por excelencia es el de la educación. Si bien se trata de un servicio que en el caso concreto de España es competencia de las Comunidades Autónomas, tiene algunos aspectos que son competencia de los Ayuntamientos, como por ejemplo, participar en la programación de la enseñanza y cooperar con la Administración educativa en la creación, construcción y sostenimiento de los centros docentes públicos así como intervenir en sus órganos de gestión y participar en la vigilancia del cumplimiento de la escolaridad obligatoria. En este contexto nuevamente las iniciativas *Smart City* tienen mucho que aportar.

e-learning y Teletrabajo

El uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones puede mejorar la eficiencia y la eficacia de la educación en todos sus niveles. Por un lado, mejorando la conectividad y la colaboración entre los propios estudiantes y entre los estudiantes y los centros, por otro, facilitando el acceso a los contenidos y en general, proporcionando comunicaciones unificadas. Se trata, en suma, de utilizar las TIC para educar, investigar y diseminar la cultura. En este grupo se encuentran pues las herramientas de e-learning, pero también las de teletrabajo que, en el caso de los trabajadores del conocimiento, permiten la realización de sus tareas diarias desde cualquier localización gracias a las nuevas tecnologías.

La materialización de estas ideas se plasma en iniciativas como las de **China Blue Sky eLearning**, que permite a los estudiantes de las áreas rurales tener acceso a contenidos educativos y por lo tanto, no descolgarse del proceso formativo. Este proyecto busca una solución técnica viable para hacer frente a la disparidad educativa entre las ciudades desarrolladas y la zona rural del oeste de China. Se da la circunstancia de que el 70 % de los estudiantes que no pueden completar el noveno año de la educación obligatoria están en el oeste del país. Los requisitos para el sistema de educación son enormes en China, con más de 440.000 centros de educación primaria y educación media, para aproximadamente 210 millones de estudiantes. Por ello, esta plataforma ofrece una solución para la transmisión de conferencias remotas, cursos bajo demanda, compartición de recursos, información en tiempo real, noticias y comunicados, foros y discusiones, etc. Gra-

cias a esta solución se comparten más de 360 GB de información, 11 asignaturas y todo ello en colaboración con más de 24.000 escuelas piloto en 11 provincias del oeste del país⁴⁷.

Un ejemplo de ciudad centrada en el desarrollo de la vida y el trabajo conectados es el de la ciudad alemana de **Friedrichshafen**. Se trata de una ciudad de 58.000 habitantes y 70.000 metros cuadrados en la que se están llevando a cabo 30 proyectos que se desglosan en 6 áreas que cubren prácticamente todos los aspectos de la vida urbana. Entre ellos hay que destacar los relativos al desarrollo del aprendizaje y la investigación, donde se incluyen servicios que dan a los estudiantes y maestros acceso flexible a una amplia gama de contenidos formativos. En la plataforma de educación Edunex, por ejemplo, los profesores pueden almacenar los materiales de estudio para una clase que permiten a los estudiantes prepararse para sus clases o hacer sus deberes. En el campo de los negocios y el trabajo se ofrecen soluciones para poder trabajar en un entorno móvil y conectado. En el terreno del turismo y la cultura la ciudad dispone de un portal de turismo que permite a los usuarios planificar sus viajes al mismo tiempo que se integra con el móvil y con los sistemas multimedia desplegados por la ciudad.

e-turismo y servicios de información culturales

Otro grupo de servicios tiene que ver con la provisión de información relacionada con la ciudad, tanto en lo relativo a turismo como en lo relativo a oferta de ocio, tiempo libre, actividades deportivas y cultura en general.

En este grupo podrían incluirse las guías de las ciudades y museos, disponibles para *smartphone* y que pueden incorporar tecnologías como las de realidad aumentada. Estos servicios pueden ser gestionados por una sola entidad (por ejemplo, el propio Ayuntamiento) que establezca el modelo de negocio y la manera de explotación o por varias entidades que estén relacionadas con el turismo (Ayuntamiento, hoteles, comercios, asociaciones, museos, etc.), planteando nuevamente esta vía para la innovación y la creación de nuevos negocios propia de la filosofía *Smart City*. En este sentido, la aplicación comercial **Layar** permite a una institución cultural o Administración pública dotar a sus ciudadanos y visitantes de una completa guía multimedia usando sus propios *smartphone* como dispositivo. También permite visualizar los puntos de interés y su descripción geoposicionados en un mapa alrededor de la ubicación real del usuario. Y además de la vista en mapa, tiene una vista en realidad aumentada donde los puntos y su descripción se muestran sobre la imagen captada por la cámara del *smartphone*.

Figura 18. Ejemplo de aplicación de realidad aumentada en turismo



47. http://www.ibm.com/smarterplanet/global/files/us_en_us_government_prof_zheng_final_6-3-2010.pdf

Del mismo modo hay aplicaciones que permiten escuchar audio-guías mediante el uso de *podcast*. Es el caso de la aplicación **Broadcastr** con la que se pueden localizar las audio-guías y que por lo tanto resulta de gran utilidad dentro del ámbito de las ciudades.

Figura 19. Aplicación Broadcastr para audio guías



En esta línea también hay que destacar el servicio **UpNext 3D Cities**, una aplicación diseñada para iPhone e iPad que permite **navegar a través de un mapa tridimensional** de ciudades, en este caso estadounidenses, como Nueva York, Chicago, Philadelphia, Portland, San Francisco, etc. La aplicación es una representación fidedigna de las ciudades en la que se han incluido todos los edificios así como la información más relevante acerca de hoteles, bares y restaurantes entre otros muchos, de manera que se puede navegar a través del mapa observando los servicios existentes o bien realizar una búsqueda por palabra clave y ver en qué lugares se ofrece ese servicio.

Figura 20. Aplicación UpNext 3D Cities para la visualización de puntos de interés



Se puede navegar por el mapa 3D de la ciudad

Se muestra la información de ocio más relevante de la zona

Se pueden realizar búsquedas por palabras clave

Se pueden hacer comentarios y puntuar cada establecimiento

En este punto podrían agruparse otro tipo de aplicaciones, no necesariamente relacionadas en exclusividad con esta área, pero que pueden resultar de gran interés, como las que permiten conocer el tiempo de espera para acceder a un determinado museo, monumento, local, restaurante, etc. Por ejemplo, en el marco de **iBruselas**, la aplicación **QuTi**⁴⁸ facilita información en tiempo real sobre el tiempo de espera para acceder a determinados locales como restaurantes, tiendas o cines de la ciudad. Lo hace a través de una aplicación a la que se puede acceder en cualquier momento, en cualquier lugar y desde cualquier dispositivo. Ello permite, por un lado, acomodar el flujo de clientes, distribuyendo así las horas pico y por otro, hace que los clientes sean informados en tiempo real del tiempo que tendrán que esperar para acceder a determinados servicios. Pero existen muchos otros ejemplos de ciudades que ya incorporan servicios para mejorar el acceso a la información turística como París, Londres, Salzburgo, Brujas, Sidney y Zurich, entre otras.

3.8 e-Comercio

En la actualidad, los múltiples servicios que ofrece la Administración suelen tener sus propias plataformas de pago, independientes unas de otras, con el coste que ello conlleva al tener que gestionar y mantener múltiples sistemas de venta de billetes, y al ofrecer al cliente una experiencia fragmentada. Además, esta gestión elimina la oportunidad de generar una colección de datos consolidada de patrones de uso.

Los sistemas de e-comercio en general y las plataformas de pago a través del móvil ofrecen soporte a estas necesidades en el ámbito de la ciudad, facilitando además una plataforma desde la que proveer el servicio de pago a múltiples servicios, como pueden ser los sistemas de transporte, las entradas a estadios, las entradas de museos, etc.

Los transportes públicos son un ejemplo de servicios urbanos que implican un alto volumen de transacciones de bajo valor. En este sentido, tanto los propios usuarios como las autoridades de transporte se pueden beneficiar de llevar a cabo estos procesos sin necesidad de dinero físico usando, por ejemplo, dispositivos móviles, tanto para la compra de billetes de transporte como para hacer uso de ellos.

El proyecto **Cityzi** en Niza es un representante de esa categoría de servicios. En esta ciudad se ha desplegado un piloto pre-comercial de pagos con el móvil basado en la tecnología NFC que permite realizar pagos sin la necesidad de contacto. Los primeros servicios en los que se ha implementado esta solución han sido los de transporte público, tanto para la compra de billetes como para la obtención de información por parte de los pasajeros. Además, se ha incorporado a servicios que promocionan la herencia local y la educación (a través del proyecto e-campus), a varias operaciones de venta y comercio, a transacciones bancarias y a programas de cupones así como a servicios de información cultural y turística (sobre museos).

En concreto, la empresa de transportes de la ciudad que opera los autobuses y tranvías dispone de una opción de compra de billetes usando tecnología NFC similar a la que tienen otras ciudades como **Londres**, con su sistema Oyster, o **Hong Kong**, con su sistema Octopus. El funcionamiento general del sistema es el siguiente: los usuarios se instalan una aplicación en el móvil NFC⁴⁹ y pueden realizar las transacciones usando esta tecnología (*Over the air*). El precio de los billetes es cargado a su vez a la factura del teléfono y el operador de telecomunicación a su vez se queda con una parte de dicho importe. En cualquier caso, el teléfono puede ser usado para pagar los viajes en autobús o tranvía aunque no tenga batería, aunque para comprar nuevos billetes sí que es necesario tener conectividad. Por otro lado, también es posible el uso de las etique-

48. <http://ibrussels.etno.vub.ac.be/outcome/quiti>

49. Son las siglas en inglés de *Near Field Communication* (NFC), una tecnología de comunicación inalámbrica, de corto alcance y alta frecuencia, que permite el intercambio de datos entre dispositivos a menos de 10 cm.

tas NFC para acceder directamente desde el móvil a una página web en la que se suministra información en tiempo real sobre los horarios de los autobuses, las últimas noticias, información meteorológica, etc.

Otro ejemplo en este sentido es la iniciativa **02 NFC en Londres**. El pago de los tickets se asocia al operador de telecomunicación o a terceras partes como Visa, Mastercard o PayPal.

El uso del móvil como método de pago supone además abrir la oportunidad para que otros muchos servicios puedan hacer uso de la tecnología NFC y así avanzar en la provisión de otros servicios innovadores, no solo en el ámbito del pago (en máquinas de *vending* o en comercios), sino en transferencias de datos (para horarios de transportes, información turística, anuncios, etc.), cupones (descuentos, por lealtad, etc.), en aplicaciones de acceso (identificación personal, acceso a vehículos, edificios, etc.), y seguimiento (gestión de activos, seguimiento de pacientes, etc.). El hecho de que la Administración impulse esta tecnología puede ser el incentivo necesario para que se extienda y otros sectores puedan aprovechar esta masa crítica creada para desarrollar servicios innovadores.

Tecnologías para la *Smart City*

4.1	Tecnologías para la recolección de datos	54
4.2	Tecnologías para la transmisión de datos	58
4.3	Tecnologías para el almacenamiento y análisis de datos	61
4.4	La Plataforma de provisión de servicios Smart City	63
4.5	Los Servicios finales de la Smart City	63

Una *Smart City* es un ecosistema complejo en el que intervienen numerosas tecnologías y múltiples agentes que las implementan, operan y usan. Estas tecnologías se enfrentan además a retos como los de escalabilidad, capacidad, movilidad y gestión de la seguridad y privacidad de la información. Por ello, para entender bien la cadena de valor de los servicios propuestos en el marco de la ciudad inteligente, hay que entender también qué puede ofrecer la tecnología.

La creación de una ciudad inteligente es algo mucho más que la provisión de ciertos servicios de forma individual. Desplegar una *Smart City* lleva asociada la creación de una serie de infraestructuras así como disponer de mecanismos de gestión de la información y diferentes plataformas, todo ello integrado bajo una perspectiva global.

De manera sintética se pueden definir en cinco los pasos de la que podríamos denominar “cadena de valor tecnológica” de la *Smart City*:

- En primer lugar se encuentra la **etapa de recolección de datos** de la ciudad. Esta tarea se realiza utilizando sensores, actuadores⁵⁰ y diferentes 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 infraestructuras fijas, como mobiliario urbano, edificios, sistemas de canalización y tuberías, estaciones meteorológicas y así un largo etcétera.
- En 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 mediante una combinación de infraestructura inalámbrica, móvil y fija dependiendo de las necesidades de movilidad, ancho de banda y latencia de la aplicación en concreto. En algunos casos las redes inalámbricas y móviles serán las únicas de las que se disponga. La arquitectura de esta red será muy variada. Por regla general, los sensores transmitirán la información a través de protocolos ligeros a coordinadores o *gateways* que a su vez enrutarán los datos a través de líneas móviles o fijas y lo harán llegar a las bases de datos y plataformas que faciliten la provisión de los servicios.

En esta arquitectura hay que destacar que, en algunas ocasiones, los propios sistemas de sensado van provistos de cierta inteligencia y son capaces de actuar de manera autónoma para proveer ciertos servicios o partes del servicio sin la necesidad de conectar con el servidor central. Un ejemplo en este sentido podría ser el de los sistemas de riego, que podrían activarse con una programación horaria que también tuviera en cuenta la humedad del ambiente, por lo que cierta parte del servicio, con su lógica o inteligencia, podría funcionar de manera autónoma sin necesidad de conectar con un servidor central. De manera adicional el sistema podría ser activado remotamente, o reportar datos al sistema central con el fin de utilizarlos posteriormente para analizar la manera de optimizar el mantenimiento de los jardines, aprender del uso, etc. Por lo que en cualquier caso, el hecho de disponer de la conectividad a la Red es lo que lo dotaría de toda su funcionalidad “*smart*”.

- Una tercera fase comprende **el almacenamiento y el análisis de los datos**: se trata de almacenar en una plataforma central los datos recopilados en el entorno de la ciudad al mismo tiempo que se facilita su procesamiento posterior mediante diferentes sistemas analíticos. Para ello, el repositorio de información no ha de ser volátil, permitiendo además el uso posterior de los datos por parte de aplicaciones y servicios.
- En cuarto lugar, los datos alimentan una **Plataforma de provisión de servicios**. Esta plataforma facilita la prestación de los servicios en el ámbito de la *Smart City* y está formada a su vez por módulos que

50. En este caso se encargan de ejecutar acciones, no de recoger información.

permiten, por ejemplo, gestionar el precio, facturar, gestionar las relaciones con el cliente, etc. Además, tiene interfaces que serán utilizadas para implementar los servicios que serán entregados a los clientes finales.

- Finalmente se encuentran los Servicios de la *Smart City*, que podrán ser desarrollados por los mismos agentes involucrados en el resto de la cadena de valor tecnológica o por otros agentes, en muchos de los casos, los agentes ya involucrados en la provisión de cada servicio en concreto en el ámbito de la ciudad pertenecientes a los diferentes sectores y ámbitos económicos.

Figura 21. Cadena de valor tecnológica de la Smart City



Fuente: Elaboración propia.

4.1 Tecnologías para la recolección de datos

Para que una *Smart City* pueda tomar el pulso a la ciudad necesita, en primer lugar, del despliegue masivo de instrumentación, como sensores y otros dispositivos de captura de datos que permitan la recolección de información, la cual, por lo general, tendrá un carácter muy diverso y desestructurado.

Los **sensores** son dispositivos capaces de convertir magnitudes físicas como la temperatura, la luminosidad, la presión atmosférica, etc. en valores numéricos que puedan ser tratados según conveniencia. Los hay de diferentes tipos:

- De recursos (luz, agua, gas): en este caso se pueden dividir a su vez en dos grupos según su función. El primero dedicado a medir el consumo (actúan como contadores), y por otro lado los que nos permiten conocer en todo momento las reservas disponibles de un determinado recurso (los sensores de nivel).
- De seguridad: dentro de este grupo estarían los detectores de humo que se encargan de producir una determinada señal cuando se presenta humo en el aire. Pueden ser de tipo óptico, iónico, o combinación de ambos. Por otro lado, los sensores de gases, en general, están formados por un elemento físico que reacciona variando sus propiedades físicas o químicas en presencia de un determinado gas. En este grupo también se incluirían los sistemas de detección de contaminación que agrupan a un conjunto de sensores dedicados a registrar parámetros en este sentido.
- De iluminación: este grupo de sensores están compuestos por un transductor fotoeléctrico que es capaz de transformar la luz que recibe en una señal eléctrica.

- De presencia: en este caso los hay de diferentes tipos según como detecten los cambios a su alrededor: de infrarrojos, por vibración, fotoeléctricos, ultrasónicos o acústicos.
- De condiciones climatológicas: dentro de este grupo se encuentran los sensores como los de temperatura, cuyo funcionamiento está basado en la propiedad física que tienen los conductores de variar su resistencia en función de la temperatura. Otros sensores importantes en este campo son los de humedad y presión atmosférica.
- De infraestructuras de transportes: en este grupo se incluyen sensores pensados para recoger información sobre el mayor número de aspectos posibles en las carreteras, vías ferroviarias, intercambiadores, etc. Se agrupan aquí sensores de presencia (cámaras, infrarrojos...), de contaminación, radares de velocidad y sistemas de identificación de vehículos, entre muchos otros.
- 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 la brújula electrónica que ofrece la dirección de la componente horizontal del campo magnético natural, y los sistemas de posicionamiento global o GPS.

Aunque estos son los sensores más importantes, la gama es más amplia y abarca la mayoría de las magnitudes físicas. Además de los anteriores, hay que añadir los que vigilan la presión del agua, el nivel de ruido, la turbidez, la radiación solar y la ultravioleta, entre otros. Por otro lado, a este grupo también habría que añadir el grupo de actuadores y controladores que facilitan la realización de diferentes acciones, las cámaras, los captadores, etc.

La mayoría de estos sensores existen ya desde hace muchos años, aunque en la actualidad lo que se ha producido es una evolución tecnológica que consiste en la digitalización y posterior conexión a Internet de los mismos. Gracias a esto es posible poner a disposición del público una gran cantidad de información en tiempo real sobre diferentes variables físicas y así plantear novedosos servicios en el marco de la *Smart City*.

Estos sensores han adoptado en la mayoría de los casos, el adjetivo de *smart* ya que utilizan tanto la información del entorno que les rodea como la información de su propio funcionamiento. Las claves de esta estructura de redes de sensores que conforman lo que se ha dado en denominar "ambientes inteligentes" es la capacidad de realizar procesamientos gracias al microprocesador que tienen, la capacidad de almacenar información en la memoria incorporada y la facilidad de enviar datos gracias a un módulo de transmisión inalámbrica.

En la actualidad, existen multitud de redes de sensores cuyos datos pueden ser consultados a través de Internet, pero el problema radica en que cada red utiliza sus propios estándares, protocolos y formatos de representación de datos. Por eso es importante disponer de una plataforma que ayude a gestionar esta heterogeneidad tal y como se comenta en un apartado posterior.

Hay que destacar que en un proyecto de *Smart City* es especialmente importante 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 *software* que les permita tratar digitalmente la señal, utilicen protocolos de control y de red estándares, tengan un bajo consumo que les permita estar activos mucho tiempo y que tengan un fácil mantenimiento. De manera adicional deben integrarse visualmente con el entorno en el que serán colocados ya que el paisaje urbano dentro del ordenamiento

En el ámbito de la *Smart City* es importante disponer de una plataforma que ayude a gestionar la heterogeneidad de redes

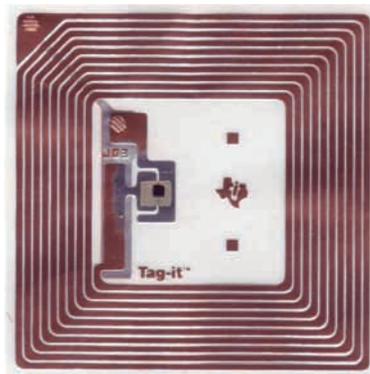
jurídico es un concepto medioambiental que debe ser protegido. También es importante que estos nodos sensores puedan re-programarse de forma inalámbrica sin necesidad de que un operario tenga que desplazarse. En este sentido, para el mantenimiento se suele usar la metodología *over the air programming* (OTA).

Figura 22. Medidores conectados a Internet



Otro conjunto de tecnologías que se agrupan en este punto de la cadena de valor tecnológica son las tecnologías de identificación, dentro de las que se encuentran las etiquetas **RFID** (*Radio Frequency Identification*). Una etiqueta RFID es un dispositivo pequeño, como una pegatina, que puede ser adherida o incorporada a un producto, animal o persona. Las etiquetas RFID contienen antenas para permitirles recibir y responder a peticiones por radiofrecuencia desde un emisor-receptor RFID. La información que contiene puede ser recibida por un usuario para su interpretación o ser interpretada por el extremo final de manera que ello dé lugar a algún tipo de actuación. Esta tecnología es de gran utilidad en la gestión de inventarios, en la identificación segura de activos (documentación, equipos...), etc.

Figura 23. Etiqueta RFID



En este punto también hay que hablar de los **códigos BiDi y QR** como elementos que contienen información codificada y que permiten consultar información ampliada sobre múltiples objetos y elementos. Se trata de cuadrados similares a los códigos de barras que contienen información que puede ser consultada usando para ello un teléfono móvil con capacidad para leerlos.

Figura 24. Uso de un códigos BiDi para consultar información



En este grupo también hay que incluir a los *smartphones*, que actúan como dispositivos que ayudan en esta captura de datos en el ámbito urbano. En definitiva, estas tecnologías permiten “sentir” las infraestructuras de la ciudad, sus vehículos y sus habitantes. Cada vez más estos dispositivos vienen equipados con más sensores, de sonido, de luz, aceleración, 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 se irán desarrollando más aplicaciones. Los datos ya se están recopilando en muchos ámbitos y de hecho se está actuando en tiempo real en base a ellos. Un ejemplo de esta idea es la aplicación *WideNoise*⁵¹ que permite medir la contaminación acústica con un *Smartphone* y compartirla a través de la red con otros usuarios en tiempo real. Otro ejemplo en esta línea es su uso para hacerse una idea de la concentración de personas en cada área de la ciudad así como del movimiento que estas siguen a lo largo de ella, es el caso de la aplicación para iPhone *Citizen’s connect* en la ciudad de Boston en Estados Unidos, que permite a los ciudadanos avisar de diferentes tipos de incidencias en la ciudad haciendo uso de la cámara del *smartphone*. De este modo la resolución de las mismas se puede llevar a cabo de una manera mucho más ágil. *Smartphone* y ciudadano en este caso son los sensores de la ciudad. Es decir, cualquier actividad cotidiana es susceptible de permitir la interacción a través de uno de estos dispositivos.

Figura 5. Aplicación Citizen’s Connect en la ciudad de Boston



51. <http://www.widetag.com/widenoise/>

4.2 Tecnologías para la transmisión de datos

Una vez recopilados los datos es necesario facilitar la comunicación, permitiendo la transmisión de la información a servicios centrales y plataformas de almacenamiento, o bien facilitando la comunicación entre los propios dispositivos inteligentes.

Las redes de comunicación juegan un papel fundamental en el desarrollo y despliegue de los servicios asociados a las *Smart Cities* ya que son las infraestructuras fundamentales que permiten la comunicación entre los dispositivos, entre las personas 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.

Este elemento de la cadena de valor tecnológica facilita al resto de eslabones que componen la *Smart City*, 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 número creciente, disperso y heterogéneo de máquinas, sensores y actuadores distribuidos a lo largo de la ciudad.

En este contexto, serán necesarias las **redes fijas**, que con su capilaridad ayudarán a descargar a las redes inalámbricas. Pero, en el ámbito de las *Smart Cities*, las redes inalámbricas son las que verdaderamente ayudan a completar el concepto desde el prisma de la ubicuidad. Es por ello que este apartado se centra especialmente en ellas.

En la actualidad, hay multitud de **tecnologías inalámbricas** que buscan, en cada caso, cumplir las premisas de ofrecer el ancho de banda suficiente⁵², dentro del radio de acción necesario, y con el menor consumo eléctrico posible que permita, dado el carácter móvil de muchos dispositivos, hacer un uso razonable de estos.

No existe una tecnología que sea la que mejor funciona en todos los ámbitos, sino que cada una tiene una serie de características que hacen de ella una solución adecuada en un entorno diferente. En la figura adjunta se muestra una comparativa sobre los protocolos de comunicaciones móviles con sus propiedades fundamentales, lo que permite elegir la tecnología más adecuada para una finalidad y un entorno determinado.

En cualquier caso, las comunicaciones en la *Smart City* suelen plantearse a diferentes niveles. En una primera red de proximidad se van recogiendo datos de los sensores en unos elementos que se suelen llamar repetidores. Estos, además, en ocasiones, pueden encriptar los datos. En un segundo nivel, los repetidores envían los datos a otros elementos que los encaminan por la red de transporte de nivel superior. Estos elementos se denominan pasarelas. Para comunicar estos niveles se pueden utilizar, por ejemplo, redes mesh (con tecnología inalámbrica *Zigbee*, por ejemplo) y luego, para conectar con la red de transporte superior se suelen usar tecnologías celulares, como GPRS o 3G o, en el caso de que dichas pasarelas estén conectadas a redes fijas, tecnologías como el ADSL o la fibra óptica.

Por detallar un ejemplo concreto, en el caso de las aplicaciones que gestionan los aparcamientos en las ciudades, es necesario distribuir sensores colocados dentro de una cápsula de plástico insertada en el asfalto en cada plaza de aparcamiento, lo que forma una red mesh de comunicaciones inalámbricas que se conecta a través de una serie de repetidores con una pasarela, pasarela que a su vez envía los datos a un servidor cen-

Las comunicaciones en el ámbito de la *Smart City* suelen plantearse a diferentes niveles

La gestión de la red, de naturaleza heterogénea y ubicua, será de vital importancia para el correcto funcionamiento de los servicios de la *Smart City*

52. Entendiendo que el ancho de banda es la cantidad de información o de datos que se puede enviar a través de una conexión de red en un período dado.

tral a través de Internet. Es decir, en esta aplicación intervienen varias tecnologías de transmisión, por lo que la gestión de la red, que será de naturaleza heterogénea y ubicua, será de vital importancia para el correcto funcionamiento del servicio.

Tabla 6. 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: elaboración propia a partir de información suministrada por Telecom Italia.

Las comunicaciones entre dispositivos, también denominadas comunicaciones máquina a máquina (M2M, del "machine to machine" en inglés), muy comunes en el entorno de las ciudades inteligentes, están teniendo también un gran impacto en el desarrollo de las nuevas redes inalámbricas⁵³. Por este motivo, la mayoría de los orga-

53. Dentro de la categoría M2M hay que englobar dispositivos, topologías, tecnologías y protocolos que facilitan el intercambio orientado a máquinas, estos, con un encapsulado y procesamiento adecuado de datos.

nismos de estandarización están teniendo en cuenta este hecho y **las necesidades específicas de los servicios M2M** como un aspecto fundamental **en el proceso de estandarización de cara a nuevas versiones de las tecnologías**. Esto implica la modificación parcial o total de determinados aspectos definidos por los estándares de red usados hasta el momento para adaptarse a las necesidades específicas de los servicios M2M como se observa en la tabla. En muchos aspectos las tecnologías M2M se encuentran en un proceso de definición por lo que se espera que exista un gran dinamismo en el desarrollo de los estándares para absorber esa evolución.

Tabla 7. Estatus de adaptación al concepto M2M de los diferentes estándares

SDO (organizaciones para el desarrollo de normas)	Desarrollo M2M
3GPP	Release 10: identificar requisitos y optimizar la radio y la red para funciones tales como bajo consumo y control de sobrecarga, identificadores, direccionamiento, control de suscripción y seguridad. Release 11 y más allá: mejoras de red para dispositivos de comunicación, M2M Gateway, mejoras para el grupo de M2M y co-ubicación de dispositivos M2M, selección de red y dirección, requisitos y optimización de servicio.
ETSI	Arquitectura de red M2M: definir los requisitos funcionales y de comportamiento de cada elemento de la red para proporcionar una perspectiva extremo a extremo.
GSMA	Operación de GSM para M2M: definir un conjunto de módulos embebidos basados en GSM que abordan las cuestiones operacionales, tales como diseño de módulo, interfaz de radio, administración remota, UICC abastecimiento y autenticación, y los costes de elementos básicos. Definir también los casos de uso en mercados verticales: dispositivos de salud, utilidades, automóvil y de consumidor.
IEEE	802.16p (WiMAX): optimizar la interfaz de aire de bajo consumo, transmisión masiva de dispositivo, y autenticación del dispositivo. Temas futuros: gateway de M2M, redes de cooperación M2M, características avanzadas de M2M. 802.11 (WiFi): actualización de la interfaz de aire para permitir el uso del espectro de sub-GHz. 802.15.4 (ZigBee): optimización de interfaz de aire para redes <i>smart grid</i> .
WiMAX Forum	Especificación de arquitectura de sistemas de red: definir usos, modelos de desarrollo con baja OPEX, requisitos funcionales basados en protocolos IEEE 802.16 y pautas de funcionamiento para sistema M2M de extremo a extremo.
WFA	Smart grid task group: promover la adopción de Wi-Fi dentro de <i>smart grid</i> a través de iniciativas de marketing, el compromiso del Gobierno y la industria, y programas de técnicas/certificación. Health care task group: Wi-Fi como la tecnología de acceso inalámbrico preferido y aumentar la adopción del sector de mercado en Hogar y Área de Salud.
OMA	Capacidad de gestión de dispositivos: definir los requerimientos para la administración del Gateway.
TIA	M2M SW arquitectura de TR50: desarrollar y mantener estándares de acceso de interfaz independiente para monitorizar y permitir la comunicación bidireccional de eventos e información entre dispositivos inteligentes y otros dispositivos, aplicaciones o redes.
CCSA NITS	CCSA TC10: centrarse en redes ubicuas, incluyendo requisitos generales, aplicaciones, conexión de redes, detección y la conectividad de corto alcance RF. NITS WGSN: centrarse en la interfaz de red del sensor y formato de datos, ID y seguridad, aplicaciones verticales, como aeropuertos y edificios inteligentes.

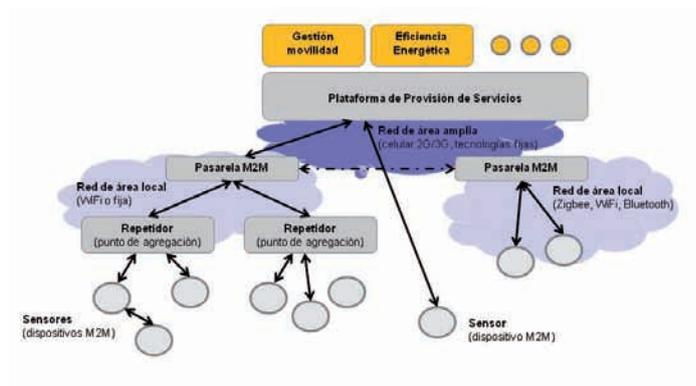
Fuente: IEEE

Las altas previsiones que apuntan a que en 2020 habrá más de 50.000 millones de conexiones M2M hacen necesario cambiar no solo estándares, sino plantear la necesidad de **arquitecturas y plataformas M2M** que puedan manejar esta cantidad y sobre todo la diversidad de dispositivos conectados a Internet. Se ha de tener en cuenta que dichas plataformas dependen en gran medida de la tipología de dispositivos conectados y de los servicios que pretendan ofrecer. No obstante, se pueden dar una serie de normas generales sobre ellas.

En este esquema habrá, por un lado, dispositivos conectados directamente y, por otro lado, dispositivos que tienen una relación entre sí y que se conectan a la red a través de una pasarela que actúa como punto de agregación y que recoge y procesa datos de dispositivos más simples que suelen tener restricciones de coste, tamaño, cobertura, etc. tal y como se ha comentado anteriormente.

Estas pasarelas o puntos de agregación están destinadas a jugar un papel fundamental en el proceso de incorporar los datos de los diferentes tipos de sensores ya que funcionan como enlace para permitir su integración con las redes inalámbricas e incluso funcionarán como verdaderas plataformas para ofrecer servicios de valor añadido. En los casos más complejos de servicios con cantidades ingentes de dispositivos conectados vía M2M y con diferentes niveles de funcionalidades, se puede introducir más de un nivel de jerarquía y mayor variedad de medios inalámbricos de comunicación tal y como se observa en la figura.

Figura 26. Arquitectura de alto nivel de tecnologías M2M en el marco de las Smart Cities



Fuente: Elaboración propia.

4.3 Tecnologías para el almacenamiento y análisis de datos

En este grupo se encuentran las tecnologías que facilitan el tratamiento de los datos así como su posterior homogeneización para su almacenamiento en grandes bases de datos o *data warehouse*⁵⁴. También se encontrarían dentro de él las tecnologías para el análisis y la visualización de datos.

Esta capa permite, por un lado, disponer de toda la información necesaria para proveer los servicios en el marco de la *Smart City* y por otro para, analizando los datos de diferentes planos de la ciudad, poder mejorar los procesos de toma de decisiones. Se trata, además, de construir un modelo unificado de "ciudad" que pueda ser utilizado por diferentes aplicaciones y servicios de la *Smart City* para lo que habrá que articular una

⁵⁴. Un data warehouse consiste en un repositorio 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 datos y que por lo tanto ayuda a la toma de decisiones.

semántica enriquecida de los diferentes conceptos. La gestión de la información necesita además de ciertos niveles de protección, seguridad y aseguramiento de la privacidad y esta es la capa en la que habrá que proporcionarlos.

Los datos son la materia prima fundamental de todo servicio en el marco de la *Smart City*. La gestión de estos es una tarea que guarda bastante complejidad ya que normalmente se consumen en tiempo real, suelen ser muy variados, presentan diferentes formatos⁵⁵, suele ser necesario que incorporen información de geolocalización y que hay que integrar a su vez en un modelo de datos complejo que idealmente representa a toda la ciudad. En este contexto, es necesario pues contar con herramientas que faciliten su tratamiento: extracción, homogeneización y almacenamiento en estructuras que sean de fácil acceso.

En este sentido los ***data warehouses***, o almacenes de datos, son herramientas ampliamente conocidas en todos los sectores en los que es necesario almacenar y procesar grandes cantidades de información. En dichos almacenes se escriben los datos que son necesarios o útiles para una organización como paso intermedio para posteriormente transformarlos en información útil para el usuario. El uso de diferentes sistemas de soporte a las decisiones, herramientas de información ejecutiva y sistemas de visualización de información ayudará a la posterior tarea de análisis.

El diseño de un *data warehouse* debe permitir que las aplicaciones o los usuarios finales realicen consultas sobre sus almacenes de datos sin tocar o afectar la operación del sistema. Y para ello, en el diseño del sistema han de tenerse en cuenta los siguientes aspectos: que han de integrarse los datos provenientes de diferentes bases de datos que además, con frecuencia, tendrán diferentes estructuras y que han de separarse los datos usados en operaciones diarias de los datos usados en el almacén de datos para los propósitos de análisis.

En el caso de las ciudades inteligentes, los *data warehouses* deben tener en cuenta en su diseño dos características fundamentales: el manejo de gran cantidad de datos en tiempo real y la necesidad de que la información esté geolocalizada. Para este último tipo de casos se utiliza lo que se denomina el "almacén de datos espacial", que añade precisamente esta información de geolocalización a los datos. En este caso, la componente geográfica no es un dato agregado, sino que es una dimensión más, de tal manera que permite modelar toda la complejidad de la ciudad, y que a través de herramientas de procesamiento analítico en línea⁵⁶, no solamente se posea un alto desempeño en consultas multidimensionales sino que adicionalmente se puedan visualizar espacialmente los resultados: tal y como se ha comentado, las técnicas de visualización son especialmente relevantes en el contexto de la *Smart City*.

Una capa de análisis y control se hace pues necesaria para sacar el mayor partido posible a los datos e incluso realizar actividades de previsión de comportamientos y situaciones que ayuden a plantear las diferentes políticas públicas en el ámbito local. En este sentido las técnicas de ***data mining*** se hacen imprescindibles. En esta capa también se situarían las herramientas que facilitan el seguimiento de los eventos más importantes que estén sucediendo en la ciudad y que ayuden, por ejemplo, a detectar alarmas en tiempo real a través de notificaciones. Además, la información se presentará agregada de diferente manera y a diferentes niveles según el público objetivo de la misma, intentando que la presentación se realice de la manera más intuitiva posible. Se trata así de presentar diferentes visiones de la ciudad, dependiendo del objetivo de la consulta y de las diferentes áreas temáticas. Este módulo será pues fundamental para la definición y seguimiento de los objetivos y de las políticas que regirán el funcionamiento de la ciudad inteligente y que ayudarán a la ciudad tanto en la gestión de su día a día como en la evolución a medio y largo plazo.

55. Hay datos procedentes de sensores que recopilan información de diferentes magnitudes físicas, de diferentes fabricantes, etc.

56. También denominadas técnicas OLAP.

4.4 La plataforma de provisión de servicios Smart City

La plataforma de provisión de servicios de la *Smart City* ofrece un conjunto de módulos que son comunes a los múltiples servicios que se ofrecen en el marco de la ciudad inteligente. Se trata pues de una plataforma horizontal y escalable, que permite ofrecer servicios de una manera segura y con garantías de privacidad.

Esta plataforma será la que realice las tareas de autenticación de los usuarios, obtención de permisos para acceder a los datos privados, establecimiento de precios en tiempo real, capacidades de transacción para el pago de servicios, almacenamiento seguro de los datos, facilidades para el análisis del uso de los servicios, etc. Por lo tanto, las tecnologías implicadas son las que se encargan de ofrecer estas capacidades a los otros servicios. Este tipo de plataformas se denominan en inglés SDP (*Service Delivery Platform*) y en un entorno urbano se han dado en definir como Sistemas Operativos Urbanos (en inglés, *Urban OS*). Resultan esenciales para la construcción de una *Smart City* pues son las que integran la visión de la ciudad, facilitando tareas comunes y ya ampliamente resueltas al resto de servicios que son los que han de aportar el valor añadido a la ciudad inteligente.

En este apartado es interesante mencionar la plataforma **Pachube**⁵⁷ que se ofrece como un servicio web a través de Internet como base para construir a su vez otros servicios que hacen uso de datos recopilados de sensores distribuidos por todo el mundo. Pachube es por lo tanto un ejemplo de este tipo de plataforma aunque no orientada a *Smart City* y por lo tanto sin toda la funcionalidad. Lo cierto es que *Pachube* ha dado en denominarse el "Facebook de los sensores" y se puede definir como una plataforma de información en tiempo real de todos los individuos, organizaciones y empresas que interactúan en la Internet de las Cosas global. Gracias a esta plataforma es posible monitorizar ambientes, grabar la información de sensores y compartirla en tiempo real así como conectar dispositivos, etc. El portal de *Pachube* ofrece utilidades para, a partir de sus APIs, construir proyectos propios que pongan en valor los datos recopilados por la plataforma, datos, que a su vez son introducidos por otros usuarios. El tipo de aplicaciones que pueden construirse a partir de esta plataforma van desde la monitorización de la calidad del aire en las ciudades hasta el control de dispositivos domésticos en el hogar, etc.

4.5 Los Servicios finales de la Smart City

Los servicios finales de la *Smart City* se apoyan en todas las tecnologías, infraestructuras y plataformas anteriormente comentadas para ofrecer su valor final al cliente. Hay numerosos ejemplos de servicios finales posibles, tantos como servicios públicos que ha de prestar el Ayuntamiento, aunque no únicamente. También hay otros servicios que pueden prestarse en el marco de la plataforma *Smart City* por otros agentes que no necesariamente tienen que ser servicios públicos pero que se van a volver indispensables para asegurar tanto la calidad de vida como la sostenibilidad en el ámbito de las ciudades. En este sentido se abren muchas oportunidades de negocio.

Por ello, hablar de tecnologías en el ámbito de los servicios finales se convierte en un tema muy amplio porque las tecnologías serán tantas y tan variadas como las utilizadas por los sectores que usen la Plataforma *Smart City* para ofrecer su servicio de valor añadido. Así, en ámbitos como el de la provisión de servicios de salud, las tecnologías implicadas tendrán que ver con sistemas del ámbito de la sanidad, por ejemplo, con sensores que facilitan el seguimiento de las constantes vitales, con estándares médicos como DICOM para las imágenes médicas o IHE para la comunicación entre sistemas de información, con telemedicina, teleasistencia, etc.

En definitiva, este conjunto de servicios constituirán parte de esta Internet del futuro en el que el uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones estará presente en todos los sectores y ámbitos de la actividad humana, haciendo el mundo más accesible y sostenible.

57. <https://pachube.com>

El Ecosistema de las *Smart Cities*

5.1 Ecosistema para la provisión de servicios en el marco de una Smart City	67
5.2 Modelos de negocio de los Servicios Smart City	71

En el entorno urbano se dan las condiciones necesarias para que la aplicación de muchos de los servicios e iniciativas descritos en capítulos anteriores alcancen la masa crítica necesaria que haga rentable su despliegue.

En este contexto, las *Smart Cities* constituyen, además de una apuesta por la modernización de las infraestructuras urbanas, una vía para la evolución de las ciudades en el marco del uso de una tecnología que ya está lo suficientemente madura como para conseguir beneficios considerables. Además, tal y como se ha comentado en otros apartados de este documento, la *Smart City* promueve la economía y la innovación ofreciendo nuevas oportunidades de negocio para emprendedores y empresas locales, siendo palanca para la activación económica en el ámbito local.

El despliegue de ciudades inteligentes supone la coordinación de un gran número de agentes y tecnologías, una visión a largo plazo de las metas que se esperan conseguir e inversiones financieras importantes. Por este motivo merece la pena dedicar un apartado a analizar aspectos más relacionados con el valor de los servicios típicos de las *Smart Cities*, los agentes que participan en el despliegue y cuál puede ser su papel.

Aunque el planteamiento ideal sea el que tiene una visión holística de las necesidades de la ciudad, lo cierto es que el desarrollo de una *Smart City* se suele realizar partiendo de una de las iniciativas, como eje que conduce el proyecto. Y para la mayoría de dichas iniciativas es preciso contar con terceros que ayuden a definir tanto los servicios proporcionados como los modelos de negocio. Además, en la compleja tarea de crear una *Smart City* se requiere no solo de la intervención de numerosos agentes sino de su compromiso a largo plazo. Sin duda, dicho compromiso tiene su recompensa.

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

La provisión de los servicios en el marco *Smart City* implica la participación de numerosos agentes, de diferente naturaleza y carácter, que desempeñarán roles diversos. No existe un modelo único de ecosistema. Hay múltiples posibilidades y múltiples modelos e incluso en implementaciones diferentes de ciudad los mismos agentes pueden desempeñar roles distintos.

En el entorno urbano se dan las condiciones necesarias para que muchos servicios del mundo digital alcancen la masa crítica

Las *Smart Cities* son una apuesta por la modernización de las infraestructuras urbanas al mismo tiempo que activan la economía en el ámbito local

Crear una *Smart City* es una tarea muy compleja, que requiere no solo de la intervención de numerosos agentes sino de su compromiso a largo plazo

Tabla 8. Oportunidad TIC en las Smart Cities (ejemplos para una ciudad de 1 millón de habitantes)

Sensores inteligentes	600.00 sensores	120 millones de dólares en oportunidades de negocio
Infraestructura de carga para vehículos eléctricos	45.000 vehículos eléctricos	225 millones de dólares en oportunidades de negocio
Monitorización de pacientes remotamente (diabetes)	70.000 personas con diabetes	14 millones de dólares en oportunidades de negocio
Tiendas inteligentes	4.000 tiendas	200 millones de dólares en oportunidades de negocio
Sucursales bancarias inteligentes	3.200 sucursales	160 millones de dólares en oportunidades de negocio

Fuente: IDC Report, marzo 2010.

En cualquier caso lo que sí es una realidad es la gran oportunidad de negocio que hay en el terreno de las *Smart Cities*. Según datos de un reciente estudio⁵⁸ y para el ámbito de una ciudad de 1 millón de habitantes, el mercado se estima que puede llegar a los 120 millones de \$ solo en sensores o en 225 millones en el caso de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos. El total podría estimarse en más de 700 millones de \$ y solo para la industria TIC en este caso.

A continuación se realiza una enumeración de los principales agentes involucrados en la creación de una *Smart City*:

El Ayuntamiento puede utilizar la *Smart City* como herramienta que le ofrezca soporte en el diseño de sus políticas locales

- **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 *Smart City*, y por ello es razonable que intervengan plenamente en la fase de diseño y planificación previas, y en la posterior gestión de la ciudad inteligente, señalando nuevas metas, midiendo el grado de desempeño de los servicios, en definitiva, utilizando la *Smart City* como herramienta que les ayude a definir mejor las políticas locales.

Además, dado que en la actualidad ya son responsables de contratar el desarrollo de aplicaciones y de proveer servicios de la ciudad, pueden aprovechar esta infraestructura para ofrecer servicios municipales. Su papel será en cualquier caso el de actuar de incubadores y facilitadores de nuevos negocios y en algunos casos de proveedores de servicios. En este caso, el modelo de provisión de servicio público, ya sea realizado bajo una gestión pública o privada, se convierte en algo transparente, pues la plataforma *Smart City* permite desacoplar el servicio en sí, de la manera en la que este se presta.

Gracias a una plataforma *Smart City* se desacopla la prestación del servicio público en sí de la manera en la que se realiza la provisión del mismo

Hay muchos Ayuntamientos que están llevando a cabo ya experiencias piloto y casos de uso específicos con la visión *Smart City* y están compartiendo ideas y experiencias con el fin de analizar los principales problemas y llegar a conclusiones sobre las soluciones e implementaciones más adecuadas en cada caso. Hay que destacar iniciativas como *EUROCITIES*⁵⁹, 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 implementarlos y sean capaces además de llevar a cabo experiencias piloto. Además de participar en su diseño y planificación, estarán interesadas en tomar parte activamente en la gestión de la ciudad inteligente. En este grupo se incluyen también a empresas pequeñas, en algunos casos start-ups, que operan en un ámbito próximo a la ciudad.

Integradores TIC y proveedores de *middleware*⁶⁰: en este grupo se encuentran empresas punteras desde el punto de vista tecnológico en el desarrollo de plataformas que permiten integrar diferentes tecnologías. Entre estas empresas se encontrarían, por ejemplo IBM, HP, Oracle, SAP y Cisco⁶¹. En algunos casos estas empresas están más orientadas hacia la propia red, y en otros hacia las aplicaciones en sí. Un sistema tan grande como una *Smart City* abarca múltiples tecnologías de proveedores diferentes, lo que resulta en un

58. IDC Report, marzo 2010.

59. <http://www.eurocities.eu>

60. *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 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.

61. En este caso Cisco se saldría un poco de esta clasificación al tratarse de una empresa centrada en el desarrollo de soluciones de redes.

ecosistema que requiere la comunicación entre dispositivos, tecnologías y fabricantes completamente 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 previo para mejorar la integración de los diferentes elementos. En este grupo también se encontrarían las empresas que facilitan la gestión de grandes cantidades de datos a través de técnicas de data mining, inteligencia de negocio y diferentes técnicas analíticas.

- **Proveedores de aplicaciones:** este grupo de empresas ofrece las soluciones que son el fin último de la ciudad inteligente; es decir, aplicaciones útiles y atractivas para ciudadanos 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 las Smart Cities; en otros casos serán proveedores especializados y en la mayoría de los casos serán los que provean también los equipos y sensores. Este grupo también pueden participar en las etapas adyacentes al despliegue de aplicaciones como son la integración con el middleware y plataformas y la provisión de servicios.
- **Operadores Telco:** el pilar básico que cimienta 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. Por ello, la implicación de los operadores de telecomunicación es básica. Por otro lado, los operadores de telecomunicaciones, debido a la diversificación que han ido experimentando, pueden aportar experiencia en la mayoría de los eslabones de la cadena de valor, fundamente en lo relativo al desarrollo de plataformas de provisión de servicios y de servicios en sí. De hecho, este grupo tiene ya 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 por supuesto, aplicaciones de comunicación.

Los operadores están acostumbrados a proveer servicios a los clientes con todas las actividades que esto implica: atención, facturación, mantenimiento, etc. Se trata por tanto de un tipo de agente que aunque tiene su mayor aportación en la provisión de redes, puede ocupar un puesto transversal en toda la cadena, como ya sucede en alguna experiencia piloto de ciudad inteligente.

Analizando servicios concretos que pueden desplegarse en el ámbito de la ciudad los operadores pueden desempeñar una labor muy interesante promocionando, por ejemplo, los pagos a través del móvil, impulsando así una tecnología que puede ser muy provechosa para otras áreas de la economía. Es decir el entorno de la *Smart City* puede ser la plataforma para, al contar con el apoyo de la Administración pública, crear la masa crítica para el desarrollo de nuevos servicios que activen la economía. Así, el uso en concreto de este servicio se puede extender desde los propios servicios públicos, como acceso a estadios, aparcamientos, alquileres de bicicletas, etc. a los comercios de toda la ciudad. Sin duda, un claro ejemplo de apoyo a la innovación en la ciudad.

Otros ejemplos de servicios en los que el operador aporta un alto valor son los que tienen que ver con la gestión inteligente de energía y los contadores inteligentes conectados a la red, así como con aquellos servicios que en general requieran el análisis de grandes cantidades de datos, por ejemplo combinando datos urbanos móviles, con datos de carácter público y privado que proporcionan información en tiempo real y que permiten a la ciudad gestionar, planificar y ofrecer valor añadido a sus ciudadanos y negocios.

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

- **Utilities:** la situación de las utilities guarda parecido con los operadores de telecomunicación en cuanto a que son empresas que proveen servicios complejos hasta el domicilio del cliente. En el marco de la *Smart City*, 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 el caso de las iniciativas de Smart

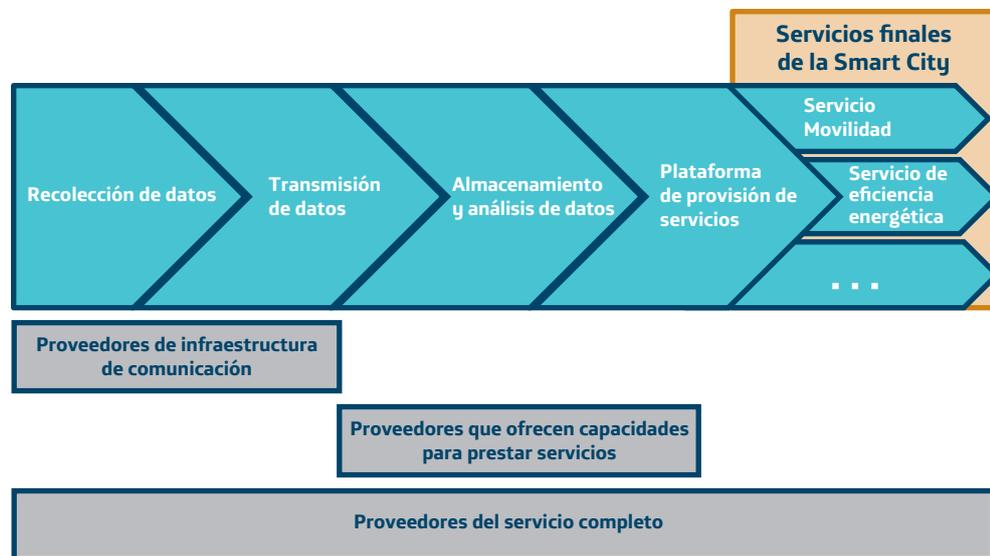
Las Telco son el lazo de unión de los datos de la ciudad, los ciudadanos, los servicios y los dispositivos

Energy Grid, que suponen una evolución de los servicios eléctricos actuales. Respecto a las compañías de distribución de agua, gas, etc., la posición en la cadena de valor es similar, salvo que en su caso 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 urbanas de diferente tipo. Algunas de ellas ya están incorporando tecnología para su gestión inteligente, aunque necesitan de la red de la operadora para dotar de valor a este servicio.

A continuación se analizan los tres roles más frecuentes que pueden encontrarse a la hora de desarrollar una *Smart City*. Para explicarlo se utiliza como base la cadena de valor tecnológica desplegada en un capítulo anterior:

Figura 27. Roles en la cadena de valor tecnológica



- **Proveedores de infraestructuras de comunicación:** este rol provee el acceso a todos los datos generados en el ámbito de la ciudad, ya sea de contadores inteligentes, sensores de información de tráfico, sensores en infraestructuras urbanas, etc. Para ello es preciso disponer de una red ubicua, de alta capacidad e integrada con *data-centers* escalables.

En esta figura el agente que de manera natural puede desarrollar un papel más importante es el operador de telecomunicación, aunque ciertamente hay otros agentes que pueden ocupar este lugar. En este sentido hay empresas en el ámbito de las *utilities* que están intentando conseguir espectro para construir su propia red, así como numerosas propuestas de usar tecnologías PLC (*powerline communications*). En cualquier caso el papel que desempeñarían estos agentes no Telco no dejaría de ser de nicho en los ámbitos en los que operaran y por lo tanto limitaría la visión global a la que debe aspirar toda *Smart City*.

- **Proveedores que ofrecen capacidades para prestar servicios:** se trata del rol que facilita el acceso a los datos de la ciudad así como a un conjunto de servicios comunes para que, haciendo uso de estos, otros agentes puedan construir los servicios finales en el marco *Smart City*. Este rol proporciona lo que se podría definir como el

sistema operativo urbano. Esta plataforma, al ser común, permitiría además la integración de datos de diferentes ámbitos y sectores de manera que los datos combinados resultarían a su vez en datos de mayor valor.

Este rol estará bastante concurrido pues se puede obtener mucho valor añadido de él. Esta posición la ocuparán empresas proveedoras de *software* como IBM y Microsoft. Integradores de sistemas como *Accenture* y HP, y proveedores de infraestructura como *Cisco*. Las operadoras de telecomunicación también pueden desempeñar este rol de manera muy destacada.

- **Proveedores del servicio completo:** se trata de ofrecer el servicio completo, que va desde la conectividad hasta la plataforma tecnológica y el servicio al cliente final. En la actualidad hay muchos ejemplos en esta línea. Por un lado, están las soluciones de e-Salud que proveen los operadores de telecomunicación, así como servicios en áreas como el transporte, el pago de transporte público, contadores inteligentes, etc.

Este rol es uno de los más retadores, pues necesita, además del despliegue y la gestión de la red y la plataforma de provisión de servicios, el conocimiento de mercados y sectores adyacentes, precisamente aquellos en los que se quieren proveer los servicios. Por este motivo, en la mayoría de los casos, la provisión de los servicios finales al cliente habrá de ser realizada a través de acuerdos con terceros.

5.2 Modelos de negocio de los Servicios Smart City

El modelo *Smart City* tiene que ser abierto, con múltiples agentes involucrados y diferentes formas de plantear los modelos de negocio. Uno de los elementos esenciales para el éxito de una *Smart City* es su **proposición de valor**, una proposición que tiene que demostrar su utilidad para la ciudadanía y los negocios pero también su viabilidad, desde el punto de vista del **modelo de negocio**. Y además este **modelo tiene que ser sostenible**. En este sentido, si bien los servicios proporcionados en el marco de una *Smart City* son servicios públicos, el modelo de gestión puede contemplar desde únicamente la participación pública, a la colaboración público-privada, tal y como se detalla a continuación.

Incorporar la filosofía *Smart City* a muchos de los servicios que ya se proporcionan en el ámbito de lo público puede significar continuar con el modelo actual, que implica el pago por parte de la Administración, es decir, el **modelo exclusivamente público**, aunque mejorado por la eficiencia que supone incorporar las nuevas tecnologías. Pero, por otro lado, también puede suponer la **colaboración público-privada** donde los modelos podrían ir desde la **compartición de ingresos**, como el caso del pago de peajes en las autopistas o el de la gestión del aparcamiento en las ciudades, entre otros, a la **monetización de los datos de la Administración** para que otros agentes puedan construir servicios sobre estos. Es el caso de Transport for London, que ofrece sus datos para crear otros servicios.

El modelo *Smart City* tiene que ser abierto, con múltiples agentes involucrados y diferentes formas de plantear los modelos de negocio

A continuación se detallan los principales modelos de negocio de los servicios de la *Smart City*:

- **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 o por entidades regionales y nacionales. Este flujo de dinero puede financiar totalmente o parcialmente la provisión de ciertos servicios en el marco de la *Smart City*. Bajo este modelo funcionarán los servicios de carácter más público y que tenga que proveer la Administración de manera obligatoria.
- **Modelo basado en pagos directos:** es decir, se paga por uso del servicio, de manera que son los clientes del mismo los que, con su aportación, financian el servicio final. En el marco de la *Smart City* este puede ser el caso de servicios que se ofrezcan de manera colateral a las competencias obligatorias del ayuntamiento.

- **Modelo de compartición de ingresos:** muchos de los servicios finales en el marco de la *Smart City* requieren, dada su envergadura, de la implicación de un gran número de organizaciones y agentes. Es el caso de la construcción de autopistas o infraestructuras en general como estadios olímpicos, etc. Bajo este modelo cada organización se especializa en un ámbito concreto, y las inversiones que realiza cada empresa son menos cuantiosas. Este modelo de negocio supone la utilización de formas de reparto de ingresos que guardan el criterio de proporcionalidad con respecto a las inversiones y a los gastos incurridos.

Las Administraciones públicas son las primeras interesadas en desplegar servicios *Smart Cities* por todos los beneficios que aportan. No obstante, las capacidades tecnológicas y en muchos casos las capacidades financieras se encuentran en el lado de las empresas privadas. Por este motivo es importante la creación de alianzas público-privadas que aprovechen las ventajas que pueden aportar tanto el sector público como el sector privado en este tipo de iniciativas. Este es el modelo que se está siguiendo a la hora de lanzar muchos de los pilotos *Smart City* en la actualidad. Un ejemplo es el servicio de aparcamiento usando el teléfono móvil del Ayuntamiento de San Juan, en Argentina. Los clientes realizan el pago de este servicio utilizando una cuenta prepago o su cuenta bancaria mediante la utilización de un SMS. Telefónica, la empresa con la que se presta el servicio, carga al Ayuntamiento una pequeña cuota al mes más un porcentaje de los ingresos totales.

Otro ejemplo de colaboración público-privada que además incentiva la innovación en el ámbito de la ciudad es un servicio en el que sea el proveedor el que “venda” la información al Ayuntamiento, para, por ejemplo, controlar el tiempo que los contenedores de escombros están situados en la vía pública y que así el Ayuntamiento pueda recaudar en función de ello sin la necesidad de controlar manualmente todas las vías. En este caso, la empresa que provee el servicio (de retirada de escombros) sería la que instalara los sensores en sus contenedores y, usando la plataforma de comunicación de la *Smart City*, pudiera transmitir estos datos a la Administración local.

Este modelo trata de favorecer los acuerdos público-privados ya que para acometer grandes proyectos es una fórmula que ofrece buenos resultados en general. Se trata de esta manera de incorporar al proyecto el dinamismo, visión de negocio y capacidades de monetización que utilizan las empresas en su actividad habitual.

En cualquier caso estas alianzas deben de ser sólidas y estar claramente definidas ya que en muchos casos deberán funcionar con diferentes equipos de gobierno dada la visión de largo plazo que suelen tener estos proyectos.

Otros factores que hacen necesaria la colaboración estrecha entre estos tipos de entidades es la situación de falta de recursos económicos de muchas entidades locales y la globalización internacional que hace que entidades privadas puedan replicar servicios en diversas ciudades de todo el mundo consiguiendo no solo un gran conocimiento sobre cómo afrontar este tipo de desafíos, sino también alcanzando economías de escala.

- **Ayudas públicas:** hay muchos organismos e instituciones supranacionales públicas que están promoviendo el concepto *Smart Cities* con cuantiosas ayudas, como es el caso de la UE, donde se han diseñado programas de trabajo específicos, se están proporcionando fondos de I+D a consorcios y se está promoviendo la creación de acuerdos público-privado con el fin de desarrollar el concepto, entendiendo que esta es la vía. Además se están desarrollando múltiples acciones para diseminar y promover las iniciativas en marcha con el objetivo de 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 Partnership) sobre la Internet del futuro, la red europea de *Living Labs* y las iniciativas relacionadas con la Internet de las Cosas. En el marco español se encuentran programas como el PROFIT.

En otro orden, instituciones como *Asian Development Bank*, el *Inter-American Development Bank* o el *Brazilian Development Bank* pueden ser una fuente de financiación ideal sobretudo en la etapa inicial de desarrollo de la *Smart City*.

- **Monetización de datos:** la cantidad de datos que se generan y 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 empresas consiguiendo ofrecer nuevos servicios basados en estos datos, o que al menos utilicen esta información. De esta manera se potencia el ecosistema de empresas alrededor del concepto de ciudad inteligente, lo que la dota de mayor utilidad.

Un ejemplo en esta línea es el transporte de Londres, que ha abierto sus datos para que puedan ser aprovechados. El acceso a esta información supone una oportunidad importante para los desarrolladores de aplicaciones en tiempo real, desde empresas de marketing que pueden de esta manera adaptar la publicidad, hasta empresas inmobiliarias que pueden comparar el valor potencial de locales en diferentes zonas de la ciudad.

Además del modelo de *Open Data*, que supone que los datos son ofrecidos 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 esta para monetizar los datos y conseguir así fuentes de ingresos alternativas.

- **Modelo basado en la publicidad:** se trata de, aprovechando la información contextual del ciudadano, poder ofrecer información publicitaria siempre contando con su consentimiento y ayudar con esto a financiar ciertos servicios de la ciudad. En el caso de la *Smart City* la eficiencia de la publicidad puede ser mayor que en los servicios tradicionales ya que se trata de servicios muy específicos, centrados en áreas muy concretas, en los que existe una gran información contextual del cliente, lo que permite aumentar el nivel de impacto de la publicidad.

Al margen de los modelos de ingresos que se puedan dar en las ciudades, crear una *Smart City* implica también fijar un objetivo a largo plazo e involucrar a la ciudadanía en el proceso. En el caso de Amsterdam, el plan que la ha llevado a ser una *Smart City*, "Amsterdam Innovation Motor", ha consistido en crear una *joint venture* entre el sector público y el privado de manera que esta ha sido la encargada de proponer proyectos y mediar entre las dos partes involucradas. En muchas de las iniciativas de la ciudad se ha procurado tener en cuenta al usuario y pedirle sugerencias, por ejemplo, en el caso de la gestión energética, de cómo ahorrar energía y monitorizar el consumo⁶².

62. <http://www.aimsterdam.nl/>

El modelo objetivo de una *Smart City*

6.1 Estrategia Smart City en ciudades de nueva creación	77
6.2 Estrategia Smart City en ciudades que afrontan cambios y modernizaciones	79
6.3 Estrategia Smart City en ámbitos que no son propiamente ciudades	82

Existen muchas iniciativas de *Smart Cities* en el mundo y tal y como se ha comentado a lo largo de los capítulos anteriores hay múltiples maneras de aproximarse al modelo objetivo final. El servicio que ha dado origen a cada una de ellas, así como el propio origen de la ciudad es clave para entender su evolución y su idiosincrasia particular. Pero el objetivo final siempre debe ser el mismo: tener un modelo holístico de ciudad que permita ir desplegando servicios según prioridades pero sin que ello suponga tener silos de información que comprometan el desarrollo futuro de la *Smart City* y sus servicios.

De acuerdo con estos principios, son las ciudades más habitadas 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 coyuntura económica, y las limitaciones presupuestarias motivadas por la necesidad de contención del endeudamiento público, hacen que no se puedan establecer reglas claras al respecto. Además, existen factores no económicos, como son la flexibilidad de los procesos administrativos y la agilidad de los órganos de decisión, que favorecen a las poblaciones de tamaño medio, generalmente las de 200.000 a 300.000 habitantes, respecto a las grandes urbes y las mega-ciudades de más de 3 y 10 millones de habitantes respectivamente. Esto lleva a que, en la actualidad, un alto número de ciudades de tamaño intermedio sean precisamente las que primero se estén convirtiendo en *Smart Cities*, 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 aproximación diferente a la hora de comenzar a desplegar los servicios de ciudad inteligente. No obstante, la mayor parte de las actuaciones emprendidas durante las primeras fases de implantación de proyectos *Smart City* están orientadas a proporcionar servicios para los cuales existe una demanda evidente por parte de la ciudadanía, es decir, se trata de resolver problemas reales.

Otros aspectos, como el modelo de ciudad que se desea, la especialización económica de la ciudad o la intención de conseguir el reconocimiento de ciudad avanzada tecnológicamente también juegan un papel importante en el diseño de estas ciudades inteligentes. Es decir, agenda política y legislación tienen en este sentido mucha capacidad para transformar la realidad de las ciudades.

6.1 Estrategia Smart City en ciudades de nueva creación

En el caso de ciudades de nueva creación o en zonas nuevas de 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, consiguiendo una reducción de costes y el diseño optimizado para la gestión eficiente de recursos de estas nuevas áreas. Es decir, la gestión de las infraestructuras ya se plantea bajo el prisma de uso de las nuevas tecnologías desde sus inicios.

Este es el caso de la **ciudad coreana de New Songdo** al oeste de Seúl, cuyo objetivo es convertirse en un centro internacional de negocios. Se trata, tal vez, del proyecto *Smart City* más ambicioso. Se espera que cueste en torno a unos 35.000 millones de \$ y albergará a más de 65.000 habitantes.

La planificación de la ciudad ha contado desde el principio con la filosofía *smart*, y todos los sistemas de información que se están incorporando, ya sean los residenciales, los médicos, los comerciales, los educativos, los de ocio, trabajo, etc. están siendo vinculados entre sí, dotando así a la *Smart City* de una perspectiva global desde el principio.

La previsión es que la ciudad se complete en 2015 y su infraestructura se convertirá en un excelente banco de pruebas del concepto que ejemplificará de manera notable todos los aspectos de la vida digital. De hecho, los servicios en este contexto son denominados *u-life services*, que se apoyan a su vez en la existencia de una tecnología ubicua en toda la ciudad llamada *Songdo u-City*.

El objetivo final de una *Smart City* es tener un modelo holístico de ciudad que permita ir desplegando servicios según prioridades pero sin que ello suponga tener silos de información que comprometan su desarrollo futuro

En la actualidad, un alto número de ciudades de tamaño intermedio son las que primero se están convirtiendo en *Smart Cities* por delante de las grandes urbes

Las primeras fases de implantación de proyectos *Smart City* están orientadas a resolver problemas reales de la ciudad

En el complejo ecosistema de la *Smart City* el éxito depende de la combinación de nuevas capacidades, nuevas maneras de pensar, nuevas estrategias y nuevas alianzas

El resumen de la estrategia *Smart City* en ciudades de nueva creación puede ser el siguiente: la ciudad, al ser construida desde cero, despliega infraestructura que incorpora "de serie" la característica *smart* ya que así se hace más sencillo, eficiente y sostenible su mantenimiento

El hecho de ser una ciudad de nueva construcción ha permitido, entre otras cosas:

- Diseñar espacios abiertos, de manera que la ciudad disfruta así de una mayor conexión con la naturaleza. Gracias a este diseño cuenta con un 40 % de espacios abiertos, además todos los edificios dan a espacios abiertos conectados por caminos para circular a pie y en bicicleta y están orientados para recibir la mayor cantidad de sol posible.
- Diseñar una red de metro y autobús de gran capacidad.
- Reservar un 5 % de las plazas de parking a vehículos de baja contaminación.
- Situar los aparcamientos bajo tierra para minimizar el impacto de temperatura en la ciudad y para permitir más zonas verdes.
- Desplegar una red de carga de vehículos eléctricos.
- Plantear sistemas de irrigación que reducen en un 90 % el consumo de agua y que minimizan las pérdidas de agua en las tuberías.
- Dotar de sistemas de recogida de agua de las tormentas.
- Utilizar los estándares ASHRAE⁶³ para conseguir edificios confortables y eficientes.
- Desplegar sistemas de recolección neumática de basura para evitar la circulación de camiones de basura por las calles.

El otro ejemplo en esta línea es el de la ciudad de **Masdar**⁶⁴ en Abu Dhabi, que se plantea como la primera ciudad 100 % ecológica del mundo sin emisiones de carbono y sin residuos. La previsión es que la ciudad cuente con 50.000 habitantes en 2015 y se estima una inversión de unos 22.000 millones de \$.

Figura 28. Masdar Institute Campus



Hay más ejemplos de ciudades en esta línea, como Lavasa en India, Meixi en China y King Abdullah Economic City en Arabia Saudí.

63. Advancing HVAC&R.

64. <http://www.masdarcity.ae/en/>

En este prototipo de ciudad limpia no se producirán emisiones de CO₂, los automóviles serán cosa del pasado y toda la energía provendrá de fuentes renovables. El agua será entregada por plantas de desalinización alimentadas por energía solar, la cual también será la fuente básica de electricidad para el resto de los servicios de la ciudad. El sistema de transporte estará basado en pequeños carros que correrán sobre vías magnéticas y el aire acondicionado será accionado por turbinas eólicas. Sin duda, para el mantenimiento de toda esta infraestructura las características *smart* se hacen imprescindibles.

6.2 Estrategia Smart City en ciudades que afrontan cambios y modernizaciones

En el caso de una ciudad tradicional, el camino hasta convertirse en una *Smart City* requiere de un esfuerzo de las autoridades municipales para conseguir mostrar las bondades del proyecto a los diferentes agentes que participan en él y en obtener la inversión necesaria, lo cual puede ser un problema máxime en la situación actual de dificultades para la financiación local. El camino más común en este caso suele ser el de una ciudad que afronta cambios y modernizaciones de sus infraestructuras y servicios y para ello piensa en la *Smart City* como plataforma para el cambio.

Las ciudades en esta situación evalúan las infraestructuras existentes, definen los objetivos, identifican las necesidades y las priorizan. Y con ello plantean la estrategia *Smart City*. En este caso, no obstante, hay que hacer una distinción entre ciudades de países desarrollados y ciudades de países en vías de desarrollo.

En ciudades de países desarrollados

En el caso de las ciudades de países desarrollados la estrategia *Smart City* suele incorporarse a la hora de afrontar renovaciones de infraestructuras de la ciudad, o para asegurar la propia sostenibilidad de la ciudad, tanto desde el punto de vista energético, como de gestión de recursos como el espacio, la energía, el tráfico, el agua, la calidad del aire, etc.

Cuando una ciudad se enfrenta a la renovación de sus infraestructuras el argumento *smart* tiene mucho peso a la hora de decantarse por una solución u otra. Es decir, el hecho de usar las nuevas tecnologías para gestionar de una manera más eficiente la infraestructura al mismo tiempo que se ofrece una mayor calidad de servicio al ciudadano es un argumento de peso para las *utilities* y, en general, para los proveedores de servicios en el marco de las ciudades.

Uno de los mayores retos en este sentido tiene que ver con que gran parte de las infraestructuras están liberalizadas, por lo que los Ayuntamientos tienen poca influencia en los *roadmaps* de evolución de los proveedores de servicios. Por ello, orquestar soluciones *Smart City* en este contexto pasa por la colaboración de muchos agentes.

Un ejemplo de esta cooperación es la ciudad de **Santander**⁶⁵, en marcha desde 2009. Se trata de un proyecto de referencia, en primer lugar, por su alcance, ya que está desplegando 20.000 dispositivos de Internet de las Cosas⁶⁶, la mayor parte de ellos en el área urbana de Santander y sus alrededores, y en segundo lugar, por su objetivo, que es constituirse como un gran laboratorio de experimentación en aplicaciones de la Internet del Futuro⁶⁷. Hay que destacar que el proyecto ha sido reconocido con el premio *Future Internet Award*, un galardón que pretende fortalecer las actividades europeas relacionadas con la Internet del Futuro.

El resumen de la estrategia *Smart City* en el caso de ciudades del mundo desarrollado puede ser el siguiente: la ciudad, al enfrentarse a la renovación de sus infraestructuras, acude a la característica *smart* para hacerla de manera más eficiente y sostenible.

65. SmartSantander: <http://www.smartsantander.eu>

66. Sensores y actuadores.

67. De hecho se plantea como una gran plataforma de experimentación para investigadores y empresas que quieran desarrollar soluciones comerciales. En concreto, la tecnología M2M que Telefónica aporta al proyecto permitirá crear un banco de pruebas para validar futuros servicios de valor añadido para usuarios finales o empresas.

Adicionalmente, la ciudad quiere convertirse en un polo de desarrollo económico para la región ya que, una vez se instalen los sensores y la red informática capaz de recolectar y procesar el inmenso caudal de datos, las posibilidades serán innumerables. La plataforma que ofrezca *SmartSantander* podrá ser alquilada para desarrollar proyectos o validar soluciones y las empresas podrán beneficiarse económicamente a través de aplicaciones de pago o utilizando la base de datos de la red. A su vez, la ciudad y la región tendrán más oportunidades de inversión y desarrollo, tanto tecnológico como comercial. Sin duda, es un nuevo ecosistema bajo el que fructificarán nuevos negocios y desde el que se expandirán las aplicaciones de la Internet del Futuro.

Las infraestructuras creadas permitirán validar nuevas alternativas tecnológicas, y evaluar de forma práctica servicios basados en la red desplegada para monitorizar lugares y servicios como los autobuses urbanos, los aparcamientos públicos, las playas y el puerto, los parques municipales, los servicios de recogida y tratamiento de basuras y el entorno de las cuevas de Altamira, entre otros. Se trata de un despliegue que multiplica por diez cualquiera de los actualmente existentes y que quieren convertir a Santander en la primera *Smart City* y el mayor laboratorio de investigación en Internet de las Cosas del mundo en un entorno urbano.

El proyecto está financiado por la Unión Europea a través del 7º Programa Marco⁶⁸, ya que implica a otras ciudades como Aarhus (Dinamarca), Guilford (Reino Unido), Lübeck (Alemania) y Belgrado (Serbia). Actualmente hay otros proyectos *smart* en algunas ciudades de Europa, pero se ciñen a aplicaciones muy concretas y limitadas. Santander, en cambio, tiene un espectro muy amplio.

Un proyecto de la envergadura de *SmartSantander*, centrado en el despliegue de infraestructura y en la provisión de un amplio espectro de servicios, necesita un fuerte compromiso entre las instituciones públicas, para su financiación, y entre los líderes tecnológicos, para la investigación y diseño de soluciones que lo hagan técnicamente posible. Por ello, en el proyecto trabajan conjuntamente el gobierno de la comunidad cántabra a través de la Sociedad para el Desarrollo Regional de Cantabria (SODERCAN), el Ayuntamiento de la ciudad, la Universidad de Cantabria (UC) y un conjunto de empresas lideradas por Telefónica I+D.

El abanico de las aplicaciones *smart* para la ciudadanía de la región es muy amplio:

- Transporte: los sensores del transporte público proporcionan información sobre la ocupación de autobuses y posibles retrasos, y ofrecen alternativas a través de paneles informativos o del teléfono móvil.
- Aparcamiento: los sensores de aparcamiento van a permitir saber dónde están aparcados los coches y dónde hay plazas libres, y con ello va a ser posible informar a los conductores desde pantallas en las calles o a través de mensajes al móvil. Gracias a estos avisos los automóviles van a evitar dar vueltas innecesarias y por lo tanto va a disminuir el consumo de energía. Además, se estima una reducción de emisiones de CO₂ del 20 % con estas medidas. Con estos sensores también se va a poder controlar quién aparca en las zonas reservadas a personas con discapacidad o en las zonas de carga y descarga o las paradas de autobús.
- Niveles de ciertos parámetros: las personas que sufran alergia van a poder recibir alertas en su teléfono cuando la concentración de la sustancia que les afecta supere determinados niveles en cualquier área de la

68. Durante los últimos años, la UE ha promovido de forma constante y decidida una estrategia que permitiese alcanzar un desarrollo 'inteligente' de las áreas metropolitanas basado en los principios expuestos.

ciudad. Además, se medirá la contaminación y se avisará a la población de dónde es mejor no ir. También se medirá el nivel de ruido.

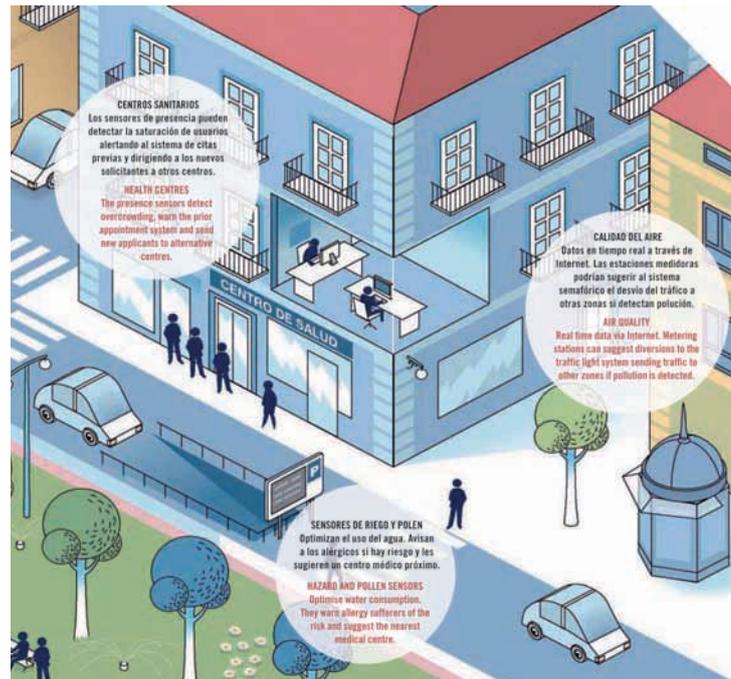
- Control de presencia: los sensores en las zonas de juegos infantiles podrán detectar si un niño se aleja del área, y avisar a sus padres.
- Gestión de residuos: otros sensores ayudarán a gestionar mejor la recogida de residuos, haciendo posible que los contenedores se recojan solo cuando se sobrepasen ciertos niveles de ocupación.
- Alumbrado: las calles poco transitadas se iluminarán únicamente cuando unos sensores detectan la presencia de ciudadanos o vehículos.
- Riego: los sensores de humedad instalados en las zonas verdes detectan escasez de agua y solo en ese momento se procederá al riego.
- Agua, gas y electricidad: la instalación de sensores en redes de distribución va a permitir un mejor control de la red eléctrica, lo que va a ayuda a evitar fugas y pérdidas, reduciendo así los gastos innecesarios.
- Edificios: dotados de soluciones domóticas que maximizan su eficiencia y minimizan el consumo. Operan como una *Smart City* pero a menor escala.

Figura 29. Servicios SmartSantander



Fuente: revista PULSO- Grandes Clientes Telefónica.

Figura 30. Servicios SmartSantander



Fuente: revista PULSO- Grandes Clientes Telefónica.

En esta línea hay otros ejemplos de ciudades como **Holyoke** en Estados Unidos, ejemplo de aplicación de *Smart City* para retener la población fomentando el trabajo colaborativo y la educación, o el de **Estocolmo**, en Suecia.

En ciudades de países emergentes

En el caso de las ciudades de países en vías de desarrollo la aproximación *Smart City* suele venir para ayudar a resolver problemas como los de congestión, tráfico, densidad urbana, etc. originados por la rápida urbanización llevada a cabo durante los últimos 10-20 años. Se trata de mejorar el transporte, las infraestructuras de comunicación y en general ayudar a atraer talento, así como fomentar la industria y el comercio.

Uno de los retos más importantes en este contexto es precisamente la burocracia, pero por otro lado, el hecho de que la mayoría de estas ciudades tiene estructuras bastante centralizadas permite abordar proyectos de grandes infraestructuras como *Smart Energy Grid* o *e-Vehicle*.

Son muchos los ejemplos de esta aproximación, entre ellos hay que destacar el de **Sao Paulo** en Brasil, **Monterrey** en México y **Lima** en Perú.

6.3 Estrategia Smart City en ámbitos que no son propiamente ciudades

Finalmente, hay otros casos en los que se aplica el concepto de *Smart City* en ámbitos que no son propiamente ciudades aunque sí entornos lo suficientemente complejos y densos como para requerir una gestión similar. Es el caso de los campus universitarios, las ciudades empresariales o los parques temáticos y de ocio,

El resumen de la estrategia *Smart City* en ciudades de países emergentes puede ser el siguiente: la ciudad, al enfrentarse a la mejora de un determinado problema, acude a la característica *smart* para hacerlo de manera más eficiente y sostenible

que funcionan como las ciudades nuevas, ya que el diseño de la *Smart City* se puede realizar desde cero y de manera totalmente integrada en el funcionamiento de la "ciudad".

En el caso de **Smart @22 Barcelona** se han dotado infraestructuras urbanas para proveer diferentes tipos de servicios. En concreto, se han desplegado farolas dotadas de sensores de movimiento por infrarrojos que detectan el número de peatones en sus proximidades, así como sensores de temperatura, humedad, vibración e incluso de contaminación, tanto acústica como de CO₂. Toda la información recogida se transmite en tiempo real a un servidor central. Las infraestructuras usan redes de sensores basadas en Zigbee, así como tecnología WiFi Mesh que transmite información de manera inmediata, aprovechando todos los dispositivos WiFi ya instalados. Adicionalmente también se utilizan tecnologías PLC. Otras iniciativas tienen que ver con la gestión de residuos para lo que se incorpora un módulo de gestión que optimiza el vaciado de los contenedores.

Otro ejemplo es el de **Saudi Aramco**, la ciudad de la compañía nacional petrolera de Arabia Saudi, que se comporta como una ciudad ofreciendo servicios smart para sus más de 350.000 empleados. Destacan los servicios sanitarios, de seguridad pública, colegios, servicios culturales, energéticos, etc.

Finalmente, tal y como se comentaba, los servicios *Smart City* también son aplicables a ciudades en miniatura como los **campus universitarios**. En ellos pueden aplicarse, a escala reducida, las iniciativas en relación a la movilidad y el transporte, la seguridad pública, la administración y gestión así como al mantenimiento de los edificios y a la gestión eficiente de los recursos como la energía, entre otros. Ejemplo de ello se da en la **Ciudad Universitaria de México** (UNAM-México), que cuenta con más de 314.000 estudiantes, 35.000 profesores y 30.000 de personal administrativo y que ofrece, además de los servicios educativos, servicios de hospedaje, transporte, salud, seguridad pública y servicios administrativos.

El resumen de la estrategia *Smart City* para ámbitos que no son ciudades pero sí entornos de complejidad similar puede ser el siguiente: la ciudad, al ser construida desde cero, despliega infraestructura que incorpora "de serie" la característica *smart* ya que así se hace más sencillo, eficiente y sostenible su mantenimiento.

Transcripción del Think Tank de expertos sobre *Smart Cities*

Anexos

Íñigo de la Serna

Fernando Martín

Aníbal Figueiras

Guillermo Sánchez

Jorge Martín

Cecilia Castaño

Marcos García

José López Zafal

7.1	Visión de un Alcalde	87
7.2	Visión de una operadora de telecomunicación	88
7.3	Visión empresarial en el entorno de la Smart City	89
7.4	Visión sociológica	90
7.5	Visión de un experto en técnicas de análisis de datos	92
7.6	Visión de un experto en técnicas de visualización de datos	93
7.7	Visión de un arquitecto urbanista	95
7.8	Visión económico-regulatoria	97

La realización de este informe ha contado con la colaboración de un grupo de expertos en diferentes ámbitos que han aportado una visión complementaria al análisis de las *Smart Cities*. Este apartado recoge la transcripción literal de la reunión que tuvo lugar el 28 de junio de 2011 en la sede de Fundación Telefónica en Madrid.

La discusión partió de una versión inicial del documento así como del planteamiento de una serie de preguntas a cada uno de ellos en función de su área de experiencia. La reunión discurrió con la intervención individual de cada uno de los expertos en la que se daba respuesta a las preguntas planteadas y posteriormente tuvo lugar un debate conjunto.

Figura 31. Think tank de expertos sobre Smart Cities



7.1 Visión de un Alcalde

Íñigo de la Serna
Alcalde de Santander

Preguntas de las que partió su intervención:

- Disponer de una *Smart City* ayuda a la gestión automática y eficiente de las infraestructuras y servicios urbanos así como a la reducción del gasto público y a la mejora de la calidad de los servicios. ¿Cómo se plantea su ciudad este reto transformador? ¿Qué servicios son los más prioritarios? ¿Qué características tendrán? ¿Bajo qué modelos de negocio podrán ofrecerse y qué agentes serán los implicados?

SmartSantander surge de hacer una reflexión profunda de hacia dónde tenía que dirigirse la ciudad. En su momento, se elaboró un documento en el que se analizaron las ciudades que eran su competencia, tanto en España, en la cornisa Cantábrica, como algunas del litoral francés, y de ese análisis se sacaron algunas conclusiones muy importantes que han ayudado a configurar este proyecto.

Santander es una ciudad que tiene muchos atractivos en sí misma. Además de su belleza, es una ciudad que conserva valores ambientales muy importantes, un turismo muy consolidado, y no solo de sol y playa, sino también turismo de congreso, de celebración de eventos, así como una actividad cultural potente. Dos tercios de nuestra actividad económica están vinculados al sector terciario, sector servicios fundamentalmente, y el otro tercio al sector productivo. Entonces, a partir de esta reflexión, nos empezamos a preguntar por el tipo de industria y sectores que tenían cabida en nuestro plan, comparando algunos modelos que ya se estaban llevando a cabo en algunas ciudades similares a la nuestra.

SmartSantander surge de hacer una reflexión profunda de hacia dónde tenía que dirigirse la ciudad

Figura 32. Íñigo de la Serna



Hay que señalar que el plan estratégico de Santander no es un plan municipal, sino que hemos abierto debates y conferencias estratégicas para que participe toda la sociedad. Claramente ese plan ya está dirigiendo la ciudad hacia un modelo basado en la innovación y ahí es donde se enmarca el proyecto SmartSantander.

La pregunta que nos hacíamos era “¿vamos a poder basar nuestro desarrollo futuro con un crecimiento económico que destaque por encima de otras ciudades del Norte con el tipo de sectores que tenemos?” y la respuesta fue “sí”. En cultura, por ejemplo, entendimos que podíamos dar un salto muy importante. Actualmente tenemos unos proyectos muy ilusionantes con la Fundación Botín, proyectos que se espera acabar sobre 2014 y que cuentan con un presupuesto de más de 60 millones de €.

A partir de ahí empezamos a diseñar el plan estratégico de Santander y actualmente nos encontramos en su fase de elaboración. Hay que señalar que el plan estratégico no es un plan municipal, sino que hemos abierto debates y conferencias estratégicas para que participe toda la sociedad. Claramente ese plan ya está dirigiendo la ciudad hacia un modelo basado en la innovación y ahí es donde se enmarca el proyecto SmartSantander. Innovación tecnológica por un lado, pero fundamentalmente innovación cultural. En este sentido tenemos varias fortalezas como departamentos, institutos y universidades muy potentes en determinadas disciplinas como en ingeniería. Tenemos además un parque científico y tecnológico que genera cada vez mayores sinergias y mejora la adaptación de las empresas. Y es que entendemos que con sectores productivos vinculados a empresas del ámbito tecnológico, de la innovación y con un refuerzo en la Universidad podemos marcar la diferencia como ciudad.

Otra de las propuestas de futuro que tenemos es crear una red de ciudades inteligentes a nivel nacional. En este sentido nos hemos reunido recientemente en Santander los alcaldes y alcaldesas de ciudades como Vitoria, Burgos, Palencia, etc. y hemos acordado crear un encuentro de alcaldes para crear las bases de lo que sería una red de ciudades inteligentes, pensando que a finales del año 2011 podríamos tener constituida esta red. En este sentido, Santander quiere asumir un rol de liderazgo.

7.2 Visión de una operadora de telecomunicación

Jorge Martín

Responsable área M2M y *Smart Cities*. Telefónica España

Preguntas de las que partió su intervención:

- Las operadoras de telecomunicación son un agente especialmente relevante en este ecosistema de la *Smart City*. ¿Qué valor quiere aportar y que funciones puede asumir una operadora? ¿Qué tecnologías van a ser las habilitadoras de todo este cambio? ¿Cuáles son los principales retos tecnológicos en este entorno?

Creo que desde el punto de vista de las tecnologías hay que tener en cuenta todas las tendencias. En este sentido se habla de *Smart Cities* por un lado, de *Cloud Computing* por otro, de convergencia fijo-móvil, de convergencia entre las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, etc. Sin embargo, desde mi punto de vista, todos estos aspectos tecnológicos confluyen y nos permiten hacer las cosas de manera que se potencia exponencialmente la capacidad de seguir innovando.

Por otro lado, en este ámbito, se hace fundamental la colaboración entre instituciones públicas, en este caso los Ayuntamientos y las empresas privadas, como las operadoras de telecomunicación. En este sentido, una empresa como Telefónica tiene la vocación de liderar este desarrollo tecnológico actuando como un proveedor de plataformas tecnológicas que se pongan a disposición de la sociedad, así como actuando de integrador de la cadena de valor, de manera que ello ayude a resolver problemas actuales de las ciudades, como los de eficiencia energética, gestión inteligente del tráfico, movilidad, etc. La vocación es pues la de ser un socio de referencia de todo el ecosistema de innovación y desarrollo, y el catalizador para que se produzca un rápido despliegue de estas nuevas aplicaciones. Y desde luego tenemos potencial para ello, porque contamos con las redes necesarias, tenemos capacidad operativa, contacto directo con una gran base de clientes y tenemos unas plataformas TIC de capacidad y almacenamiento que podemos poner a disposición de los agentes interesados.

Figura 33. Jorge Martín



Lo que está sucediendo ahora es que existen numerosas plataformas donde la innovación se puede poner a disposición de todo el mundo. Y este es el camino que tenemos que seguir en la Internet de las cosas y en *Smart Cities* en concreto. Telefónica tiene la oportunidad de liderar esa transformación aglutinando todos los agentes y poniendo todas esas infraestructuras y todas las plataformas que permitan que surja la innovación y que además la hagan eficiente.

7.3 Visión empresarial en el entorno de la Smart City

Fernando Martín

Empresario TIC en el entorno de Smart Santander

Preguntas de las que partió su intervención:

- ¿Qué oportunidades se le ofrecen a un empresario a través del concepto de las *Smart Cities*? ¿Cómo puede apalancarse en su uso?

Una empresa como Telefónica tiene la vocación de liderar este desarrollo tecnológico actuando como un proveedor de plataformas tecnológicas que se pongan a disposición de la sociedad, así como actuando de integrador de la cadena de valor, de manera que ello ayude a resolver problemas actuales de las ciudades, como los de eficiencia energética, gestión inteligente del tráfico, movilidad, etc.

Antes nos encontrábamos en un punto en que las empresas éramos las que empujábamos la tecnología y ahora es precisamente la sociedad la que te pide soluciones TIC.

Como decía Jorge, creo que ya tenemos convergencia en varios ámbitos, como en lo relativo a las comunicaciones, al *software*, etc. pero la duda está, precisamente, en saber si la sociedad está preparada para todos estos avances tecnológicos.

Por otro lado, creo que las empresas sí que estamos preparadas. Antes nos encontrábamos en un punto en que las empresas éramos las que empujábamos la tecnología y ahora es precisamente la sociedad la que te pide soluciones TIC. Y yo creo que esta es la clave. Entender qué es lo que demanda la gente y ofrecerle soluciones adaptadas a sus necesidades.

Figura 34. Fernando Martín



En nuestro caso concreto veo que nuestro mundo es un mundo muy especializado y creo que debemos enfocar el parque tecnológico de Santander precisamente a eso, a especializarnos. Además, debemos aprovecharnos de la Universidad que nos está dotando de personal muy formado y de la propia Administración que nos apoya para que pongamos en marcha este tipo de proyectos.

7.4 Visión sociológica

Cecilia Castaño

Catedrática de Economía Aplicada de la Universidad Complutense de Madrid

Preguntas de las que partió su intervención:

- Disponer de gran cantidad de información proveniente de diferentes sensores de una ciudad va a permitir tener una relación radicalmente distinta con el entorno que nos rodea ¿Cómo este acceso amplificado a la información va a impactar en la evolución de la sociedad tal y como la conocemos? Y en este sentido, ¿qué grupos sociales serán los que más se van a beneficiar? ¿Se van a crear, bajo su punto de vista, nuevas estructuras sociales?

La primera vez que visité una planta de fabricación de automóviles que tenía un robot, me comentaron que tenían el problema de que el robot acababa su trabajo en tres horas y que el resto de la jornada estaba parado porque dependía del trabajo de otros humanos. Con esto quiero decir que, aunque las soluciones TIC existan, necesitamos soluciones organizativas para las personas.

Yo tengo que hablar de algunas cuestiones sociales aunque ciertamente no tengo las soluciones. De todos modos me parece que lo importante es plantear preguntas, porque planteando preguntas terminamos encontrando las soluciones.

Aunque las soluciones TIC existan, necesitamos soluciones organizativas para las personas.

Me preguntáis ¿cómo impacta este acceso amplificado a la información en la evolución de la sociedad tal y como lo conocemos? y ¿realmente cambia la población con el entorno? Yo creo que hay más eficiencia, más comodidad, perdemos menos tiempo, pero creo que hay una serie de cuestiones clave que hay que plantearse. La primera es que creo que está bien considerar al ciudadano como cliente, pero no solo como cliente de un Ayuntamiento, sino también como de una empresa, puesto que si la ciudadanía no asume las aplicaciones toda la tecnología que desarrollemos no servirá. Con esto quiero decir que no hay que pensar en el ciudadano medio para desarrollar la tecnología puesto que sabemos que la camiseta de talla única no le gusta a nadie. Hay que pensar en segmentar desde el punto de vista del sexo, de nivel educativo, desde la situación económica, etc.

Si la ciudadanía no asume las aplicaciones toda la tecnología que desarrollemos no servirá. Hay que pensar en segmentar.

Figura 35. Cecilia Castaño



De las investigaciones que nosotros hacemos podemos concluir que la diferencia de uso de Internet, según el sexo y la edad de las personas, se va reduciendo, pero en cuanto a las nuevas tecnologías hay que decir que estas son mucho más usadas por los jóvenes que por los mayores y que hay bastante diferencia entre los hombres y las mujeres. Estas conclusiones son importantes, puesto que todo de lo que hablamos sobre las *Smart Cities* tiene que ver con qué porcentaje de la población usará esa tecnología y qué tipo de uso le dará. Por lo tanto, como conclusión hay que decir que el ciudadano medio no existe. Los ciudadanos somos diversos y tenemos que abordar esta cuestión desde la diversidad sino, no funcionará.

Otra cuestión acerca del documento. Yo tengo dudas sobre si la población querrá sentirse más controlada, no tanto la población joven que ya lo tiene asumido, pero nosotros somos una población madura y lo seguiremos siendo porque tenemos una esperanza de vida muy larga. Por tanto, hay una parte de la población muy amplia que tiene unas reticencias enormes a este tipo de controles. Y además una población con un nivel cultural alto.

Yo tengo dudas sobre si la población querrá sentirse más controlada.

Uno de los grandes retos que tienen las ciudades inteligentes es que contribuyen a la transparencia. En este sentido no han de limitarse a acumular datos para analizarlos y tomar decisiones sino que el ciudadano tiene que sentir que puede haber un *feedback*. Por ejemplo, si el sensor de medio ambiente recoge que hay demasiado polvo ¿qué pasa?, ¿se para la cantera que está emitiéndolo? ¿o simplemente se informa que hay demasiado polvo? O en el caso de un contenedor de basura, no sólo debería tener un sensor de peso sino también uno que mida la putrefacción.

Las ciudades son los propios ciudadanos.

Como conclusión, creo que para avanzar en el desarrollo de una ciudad inteligente hay que hacerse este tipo de preguntas, sabiendo que las ciudades son los propios ciudadanos. Las infraestructuras son para el uso de los ciudadanos y por lo tanto todo tiene que organizarse para atenderles de la manera más adecuada. El lujo en el contexto de las ciudades es la tranquilidad, es un medioambiente limpio, saludable, una movilidad adecuada, etc.

Todo tiene que organizarse para atenderles de la manera más adecuada.

7.5 Visión de un experto en técnicas de análisis de datos

Aníbal Figueiras

Catedrático Universidad Carlos III de Madrid

Preguntas de las que partió su intervención:

- Una de las ventajas de disponer de una *Smart City* es la de poder analizar el funcionamiento de la ciudad usando para ello la ingente cantidad de información generada y además, en muchos casos, en tiempo real. ¿Qué posibilidades nos ofrece la tecnología para mejorar la toma de decisiones en este entorno? ¿Y cuáles son los principales retos tecnológicos en este sentido?

En la actualidad no hay ninguna dificultad en cuanto a la capacidad de cómputo para poder satisfacer el manejo de los datos que producen una infinidad de sensores en el ámbito de una *Smart City*.

En principio hay que decir que en la actualidad no hay ninguna dificultad en cuanto a la capacidad de cómputo para poder satisfacer el manejo de los datos que produzcan una infinidad de sensores en el ámbito de una *Smart City*. Y la algoritmia disponible hoy por hoy es suficientemente avanzada para poder hacer cosas, no solo respuestas directas para problemas sencillos que se entrevén en la ciudad inteligente sino incluso en cuestiones un poco más complicadas.

Tengo que advertir que hay dos familias distintas de máquinas en el ámbito del M2M. Por un lado, las máquinas de registro puro y duro y por otro, las máquinas de aprendizaje. Según el caso convendrá usar unas u otras, pero la consecuencia final a efecto de la transmisión será similar. Es decir, si la máquina es muy "tonta" transmitirá poca información y si la máquina es muy "lista", a efectos de procesamiento, tomará decisiones y como eso se hará de forma distribuida las necesidades de transmisión también serán pocas. Es decir, previsiblemente en un entorno M2M las previsiones de aumento de tráfico habrán de ser moduladas teniendo en cuenta que, incluso en los casos complejos, las máquinas se comunicarán localmente y tomarán decisiones de manera local con lo que se trabajará con las decisiones finales de esas máquinas y por lo tanto eso no representará un gran volumen de tráfico.

Figura 36. Aníbal Figueiras



Y ese tipo de interacción entre grupo de humanos y humanos, o humanos y máquinas sí puede generar grandes cantidades de información.

Pero donde sí puede haber un incremento de tráfico importante será precisamente en las comunicaciones entre humano y máquina y en concreto en las comunicaciones humano-máquina inteligente. De acuerdo con mi teoría, probablemente en el contexto virtual, la integración entre las personas y las máquinas será mucho más sencilla que las integraciones incipientes que se han dado hasta ahora en el mundo real anterior. Y ese tipo de interacción entre grupo de humanos y humanos, o humanos y máquinas sí puede generar grandes cantidades de información.

Así, una *Smart City*, a mi juicio, sería un planteamiento donde la Administración cuente con los ciudadanos desde el primer momento y los integre en todos los procesos. Pongamos el ejemplo de lo que se llama los contadores inteligentes o termostatos inteligentes. Curiosamente se denominan máquinas inteligentes aunque no tienen en cuenta a su cliente, ni las circunstancias de sus clientes. Es decir, para que todo esto sea realmente útil será necesario que la compañía maneje múltiples parámetros y que, conociendo las posibilidades y circunstancias de cada uno de ellos, lo particularice.

Nos encontramos en un momento singular ya que se estima que el contacto creciente entre personas y diferentes colectivos va a producir un cambio social del mismo calibre que el propio lenguaje oral. Lo cierto es que no tenemos ni idea de cómo va evolucionar todo esto. La llamada inteligencia colectiva va a modificar la manera en la que se toman las decisiones. De hecho, cuando el número de entes es suficientemente amplio y diversificado las reglas utilizadas no son las mismas. Además, los entornos virtuales también inducen comportamientos diferentes en las personas. Como sabéis, un premio Nobel de medicina reciente descubrió el funcionamiento de las neuronas espejo, que son las responsables de que nos comportemos de manera empática. ¿Funciona de la misma manera ese comportamiento empático en el mundo virtual que en el real? ¿Qué implica ese cambio de comportamientos de conjuntos de personas en el mundo virtual? Son preguntas que aún no tienen respuesta.

Cuando hablo de la toma de decisiones estoy hablando paralelamente de procesos tales como el aprendizaje y procesos tales como la creatividad puesto que el paralelismo entre esos procesos es extremo. Y a la hora de estudiar este tipo de procesos, es fundamental tener en cuenta los cambios en la sociedad que se están produciendo.

7.6 Visión de un experto en técnicas de visualización de datos

Marcos García

Encargado de la Programación y coordinación de MediaLab-Prado

Preguntas de las que partió su intervención:

- Sentir la ciudad como un entorno vivo a nuestro alrededor es uno de los objetivos perseguidos al construir una *Smart City*. ¿Hasta qué punto las diferentes tecnologías de visualización y representación pueden hacernos partícipes de la ciudad? ¿Qué técnicas son las más usadas y cuáles son sus posibilidades? ¿Cuál es el impacto que todo ello puede tener en la manera en la que se gestiona una ciudad?

La visualización de datos es un campo de experimentación muy importante puesto que hace accesible y comprensible grandes flujos de datos. Se trata de un campo de investigación que se ha desarrollado en los últimos años ya que contamos con mecanismos para analizar grandes cantidades de información de manera rápida y podemos generar imágenes y aplicaciones que nos ayuden a hacerla comprensible.

Gracias a la visualización de la información podemos conseguir que esa gran cantidad de datos se convierta en información e incluso conocimiento. Quizás, de todo el terreno de la visualización de datos, la capa final, la más visible, la que hace atractivos los resultados no es la única importante. Por su carácter atractivo, puede servir como una herramienta de acceso a la información o incluso de producción de conocimiento pero también puede ser utilizada como una herramienta de desinformación o incluso de control, ya que supuestamente cuenta con el respaldo de los datos obtenidos y representados. Por lo tanto, cuando hablamos de técnicas o estrategias de visualización es muy importante hablar también de los mecanismos que se han utilizado para establecer esa visualización y para la obtención de los datos.

Una *Smart City*, a mi juicio, sería un planteamiento donde la Administración cuente con los ciudadanos desde el primer momento y los integre en todos los procesos.

La visualización de datos es un campo de experimentación muy importante puesto que hace accesible y comprensible grandes flujos de datos.

Las *Smart Cities* son un gran dispositivo de recogida de datos. Y es importante definir cuál va a ser el modelo de gestión de esos datos que en gran medida son generados por los propios ciudadanos.

Las *Smart Cities* son un gran dispositivo de recogida de datos. Y es importante definir cuál va a ser el modelo de gestión de esos datos que en gran medida son generados por los propios ciudadanos. Habría dos maneras de gestionar los datos generados en estas ciudades. La primera tendría que ver con un modelo centralizado de gestión de la información en el que los gestores son los únicos que tienen acceso a la información recolectada y toman decisiones con el asesoramiento de expertos; y por otro lado, estaría un modelo abierto y distribuido en el que la información está disponible para todos, como promueve el movimiento de *open data*, de tal manera que cualquiera puede generar valor e innovación a partir de esa información aportada por todos. En este punto es interesante observar un fenómeno que sucede en internet y es lo que se conoce como la "granularidad de la participación", es decir, las distintas maneras que ofrecen las tecnologías de la información y en especial internet para que los usuarios puedan involucrarse en toda la cadena de producción de innovación, incluida la participación débil. Así, por el mero hecho de usar las tecnologías de la información estamos ya generando datos, que son susceptibles de convertirse en información muy valiosa. Por ejemplo, el caso del uso de la aplicación *Google Trends* que permite analizar las búsquedas que se hacen en Google en momentos y lugares específicos. El análisis de estos datos ha permitido ver la evolución de algunas enfermedades contagiosas como la gripe, ya que un gran número de personas utilizan el buscador cuando sienten los primeros síntomas, antes de ir al médico.

Figura 37. Marcos García



Se trataría de ver la manera en la que los ciudadanos tienen la posibilidad de participar o no en los procesos de innovación y no ser considerados meros usuarios finales de unos servicios definidos desde arriba. Las *Smart Cities* serían aquellas ciudades capaces de hacer permeables los procesos de innovación de tal manera que los ciudadanos puedan desarrollar sus capacidades en la construcción de la propia urbe.

Antonio Castillo

Quería preguntarle al alcalde de Santander cómo el ciudadano de su ciudad se ve implicado en todo este proceso y cómo lo percibe.

Íñigo de la Serna

Hay varias dimensiones. Una es científica, donde se crea talento, ya que por el hecho de que arranquemos este proyecto atraemos a institutos tecnológicos y empresas que vienen a la ciudad a investigar. Otra dimensión es la tecnológica, ya que no solo creamos talento, sino que ayudamos a retenerlo. Nosotros ya generamos talento en nuestras universidades pero también queremos que ese talento se quede en nuestra ciudad. En este sentido, la parte tecnológica tiene una oportunidad muy grande porque hay posibilidad de crear

productos para la vida real y hay oportunidades para traer empresas que usen nuestra plataforma. En este sentido nosotros decimos que *Smart Santander* no es un producto, es un laboratorio.

Smart Santander
no es un producto,
es un laboratorio.

Hay otra parte dentro de la *Smart City* que es la parte social. Nosotros ofrecemos a las instituciones los casos de uso. Es decir, qué opinan los vecinos, qué necesitan, qué consideran más importante, y creo que es una parte en la que estamos en pañales. Por ejemplo, en el caso de las aplicaciones medioambientales cabe preguntarse, una vez se han desplegado los sensores, ¿qué hacemos con esas mediciones?, ¿nos las quedamos nosotros?, ¿las ofrecemos a todo el mundo? Y por último, en el caso de que la información que se recoge en los sensores indique una alta contaminación, la pregunta es ¿tomamos alguna medida al respecto? Sin duda se trata de ir trabajando en esta línea. Hay que comentar que *Smart Santander* tiene además otros tipos de sensores, como los de tráfico, y que en el caso de los de aparcamiento están empotrados en el asfalto. El objetivo es, de alguna manera, integrar las aplicaciones entre sí y en este caso, por ejemplo, que las aplicaciones permitan identificar dónde están las plazas de aparcamiento y te informen de ello si vas circulando por la ciudad con lo que ello será una medida que ayude a disminuir las emisiones de CO2. La potencialidad aquí está en integrar la visión de la ciudad de una manera holística.

En estos momentos estamos en el inicio del desarrollo de todo este tipo de usos y existirán dos aproximaciones: por un lado los primeros ayudarán a controlar el tráfico y el usuario no tomará partida en la decisión y por otro, habrá otro tipo de usos en los que sí que el usuario podrá decidir y donde las empresas tendrán una buena oportunidad para desarrollar aplicaciones para el usuario.

Jorge Martínez

Sin duda, lo que estamos haciendo es desplegar el sistema nervioso de las ciudades, las terminaciones que permiten captar los estímulos de la ciudad. Luego, con los servicios, podemos reaccionar desde el sistema nervioso central o bien reaccionar desde sistemas autónomos.

Aníbal Figueiras

Una definición de Inteligencia a efectos prácticos y en este contexto sería, a mi juicio, el conjunto formado por *Google Maps* y sus usuarios, puesto que ese conjunto permite tomar decisiones razonables. Pero *Google Maps* por sí solo no es nada. Por eso hablábamos de la importancia de la interacción entre hombres y máquinas de decisión.

Jorge Martínez

Es la relación entre tecnología y cultura. Al final las personas desarrollamos hábitos, costumbres, que tienen que ver con la cultura y cómo usamos la tecnología; esto es lo que va a determinar la potencialidad del uso.

7.7 Visión de un arquitecto urbanista

Guillermo Sánchez

Director del Programa Ciudades de la Fundación Metrópoli

Preguntas de las que partió su intervención:

- ¿Cómo influye el uso intensivo de las tecnologías de la información y las comunicaciones en el diseño y urbanización de una ciudad? ¿Cómo se va a ver modificada la estructura tradicional de una ciudad al

transformarse en una *Smart City*? ¿Cuál va a ser el impacto de todo ello en el dinamismo de la urbe? ¿Se están teniendo ya en cuenta los conceptos de ciudad inteligente en el diseño de nuevas zonas urbanísticas?

Vivimos en un mundo de ciudades. Es decir, la competencia entre naciones se ha convertido en una competencia entre ciudades ya que en ellas es donde se encuentran los principales actores de la comunidad global, como las empresas. De hecho, las empresas se deslocalizan en función no tanto de países sino de ciudades.

La competencia entre naciones se ha convertido en una competencia entre ciudades

En la actualidad el principal reto a nivel global es el crecimiento de las ciudades. El 50 % de la población ya vive en ciudades y en Europa este porcentaje ya es del 70 %. Esto quiere decir que en los próximos 25 años, 2.000 millones de personas nacerán o pasarán a vivir en ciudades. Por lo tanto, si consideramos en el contexto español a Valencia, que en el área metropolitana tiene 1 millón de habitantes, en los próximos 25 años se tendrán que construir unas 2.000 ciudades como Valencia.

Figura 38. Guillermo Sánchez



En esta evolución las ciudades se van haciendo cada vez más grandes y se van acercando unas a otras, gracias a las infraestructuras, formando lo que llamamos ciudades región. Estados Unidos lleva años estudiando este fenómeno que ha dado en llamar superciudades. A nosotros nos gusta llamar a estos fenómenos urbanismo inteligente, puesto que todas estas plataformas de gestión de infraestructuras de una ciudad se pueden plantear desde el punto de vista de investigaciones tecnológicas muy avanzadas, pero también desde un urbanismo incluyente de la sociedad, el urbanismo que no apuesta por una expansión en territorio sino que respeta los ámbitos naturales o respeta las formas de cultura. Ese tipo de urbanismo recoge todas esas opciones y nuevos avances tecnológicos.

Los ámbitos de innovación siguen estando en las ciudades y por eso es tan importante desarrollarlas y dotarlas de infraestructuras cada vez más potentes.

En cuanto a la innovación, hace unos quince años los gurús pensaban que gracias a todos estos avances tecnológicos el trabajo se iba a poder desplazar geográficamente, es decir, uno iba a poder estar en la playa haciendo una videoconferencia y no necesitaría vivir en las ciudades, pero paradójicamente no ha sucedido exactamente eso, sino que se ha visto que los ámbitos de innovación siguen estando en las ciudades y por eso es tan importante desarrollarlas y dotarlas de infraestructuras cada vez más potentes.

7.8 Visión económico-regulatoria

José López Zafal
 Director Regulación Acciona

Preguntas de las que partió su intervención:

- Disponer de una *Smart City* constituye, en sí, una vía para la innovación ya que favorece la incubación de nuevos negocios e ideas. ¿Hasta qué punto no incorporar esta característica smart a las ciudades puede afectar a su propia evolución? ¿Qué potencial de desarrollo económico tiene una *Smart City* frente a una ciudad tradicional?
- Ante un escenario que muestra un entorno urbano con una demanda creciente de eficiencia, desarrollo sostenible, calidad de vida y sabia gestión de los recursos, ¿cómo puede la Administración pública apoyar la inversión de entidades privadas en el entorno *Smart City* para la creación de un ecosistema de desarrollo de servicios que ayuden a atender estas crecientes demandas?

Uno de los aspectos que al final tienen más peso en un proyecto de *Smart City* es sin duda el económico. Entonces, reflexionando un poco sobre eso, vemos que hay dos tipos de enfoques acerca de una *Smart City*. Uno es de la ciudad hacia dentro, en el sentido de cómo podemos ganar eficiencia en la red de servicios de interés general. Y hay otro, como es el caso de Santander, de verlo como un motor o una herramienta dentro de una planificación estratégica para el cambio.

Respecto al primer enfoque, la lógica económica te lleva a pensar en que si somos eficientes podemos llegar a autofinanciarnos. Ahora bien, si lo vemos como un motor de cambio creo que el modelo económico que debe haber tiene que partir de una base de fijar un determinado precio. Hay que hacer que la gente valore los servicios que se van a dar. Además, la provisión de los servicios en el marco de la *Smart City* tiene que ser de libre entrada y libre salida, han de ser una plataforma completamente transparente para que sea eficiente. Antes se comentó que *Google Maps* es inteligente si se une *Google Maps* más los usuarios, por tanto, una *Smart City* es inteligente si unes la *Smart City* con los ciudadanos.

Otro punto importante para una empresa son las trabas legales que pueden llegar a presentarse a un proyecto. Para una empresa, tanto más importante es el modelo económico, como que la Administración esté comprometida con el proyecto y esté dispuesta a cambiar la normativa para posibilitar cosas.

La provisión de los servicios en el marco de la *Smart City* tiene que ser de libre entrada y libre salida, han de ser una plataforma completamente transparente para que sea eficiente.

Smart City es inteligente si unes la *Smart City* con los ciudadanos.

Figura 39. José López Zafal



También me parece muy importante la reunión de alcaldes. Hay que buscar una cierta estandarización para este tipo de proyectos porque para una empresa es difícil afrontar un proyecto así en Santander y otro radicalmente diferente en Málaga y otro en Londres.

Debate

Antonio Castillo

Creo que es importante lo que hemos hablado hasta ahora de sostenibilidad de los proyectos, o que los ciudadanos se sientan partícipes e implicarse más en el desarrollo de su ciudad. Ante esta situación, ¿cómo veis esa capacidad de gestionar las ciudades y qué nuevos movimientos se pueden producir en las ciudades como consecuencia de estas tecnologías?

Íñigo de la Serna

En dos años terminaremos el proyecto con 12.000 sensores en la ciudad y es obvio que la sostenibilidad es un tema que nos preocupa. Una de las claves, aparte del ahorro a través de la eficiencia, es el uso de esta infraestructura por parte de terceros y que estos apoyen en la financiación.

Lo que ocurre es que para este tipo de despliegues no hay una legislación o una normativa clara. Hasta ahora, los despliegues públicos como es el abastecimiento de agua se basaban en que hay unas tuberías que son propiedad municipal, que se ponen a disposición de un tercero, pero que siguen siendo propiedad municipal y que el operador explota. En las infraestructuras desplegadas en una *Smart City*, no sé si es equiparable, habrá que estudiarlo, puesto que para empezar no sería una única operadora la encargada de explotarlas sino muchos agentes. Habrá que ver qué tipo de modelo se utiliza.

Aníbal Figueiras

Recomiendo que a la hora de hacer la evaluación sobre qué problemas conviene atajar en primer lugar en el ámbito de las Ciudades Inteligentes, se tenga en cuenta a la Administración, a las empresas así como la opinión de los expertos y la opinión de los ciudadanos puesto que estos se comenzarán a implicar en el momento en que comiencen a percibir que se les tiene en cuenta.

Insisto, la inteligencia colectiva es lo que ha llevado a las sociedades a ser lo que son. Por tanto, si queremos estar al tanto de cómo van a ser las sociedades en un futuro debemos tener en cuenta qué es lo que pasa en ese entorno virtual y la opinión de las personas en ese entorno virtual, y no tener una larga historia de procedimientos *up to down* que después tendrán que ser corregidos cuando nos demos cuenta de que no es lo que la gente quiere. Por otro lado, recomiendo tener muy en cuenta las características locales.

Íñigo de la Serna

Me gustaría explicar por qué hemos elegido los casos de uso que tenemos actualmente en Santander, como el caso de derivar el tráfico en función de las capacidades. Todos responden a las necesidades expresadas por los ciudadanos a través de encuestas realizadas. De hecho, las encuestas reflejan que los principales problemas de competencia municipal son cuatro: la vivienda, el aparcamiento, el tráfico y el transporte público. Por tanto, tres de los cuatro problemas son problemas del ámbito de la movilidad. Esa es la razón por la que los primeros usos tengan que ver con el aparcamiento y los transportes públicos.

Cecilia Castaño

Me parece muy interesante la cuestión de ver qué quiere la gente. Hay un caso que a mí particularmente me dejó impresionada. El gobierno socialista francés redujo la jornada laboral y automáticamente perdió las elecciones puesto que la gente lo que quería no era trabajar menos sino ganar más. Otro caso por ejemplo, en Volkswagen, cuando se redujo la jornada a cuatro días a la semana, automáticamente todos los trabajadores se buscaron otro trabajo. Por tanto, en las encuestas se dicen cosas, pero tenemos que buscar otros métodos para saber lo que realmente quieren las personas.

Luego también hay una gran pregunta que no ha salido todavía, y que es importante, que es: "¿Qué habilidad tienen las personas para usar todos estos nuevos servicios?". Esto es algo que hay que tener en cuenta. Por tanto, ambos temas son clave. Primero, se trata de ver qué quiere la ciudadanía, puesto que una cosa es lo que te dicen en las encuestas, y otra diferente lo que realmente quieren. Y segundo, qué nivel de habilidad para darle uso a las nuevas tecnologías tenemos.

Marcos García

Lo que más nos llamó la atención cuando empezamos los talleres de producción de proyectos en Medialab-Prado fue la gran cantidad de personas que querían colaborar en el desarrollo de las ideas que otros habían propuesto. El modelo de funcionamiento de estos talleres consiste en la creación de grupos de desarrollo a través de un sistema de convocatorias abiertas: una primera de ideas, entre las cuáles se hace una selección, y una segunda convocatoria para todos aquellos que quieran participar como colaboradores y contribuir a alguna de las ideas seleccionadas.

Una de las líneas de trabajo de Medialab-Prado es Visualizar, que está dedicada a la creación de aplicaciones de visualización de la información y que requieren aportaciones de disciplinas muy diversas. Así, cada equipo de trabajo está formado por personas con perfiles y capacidades distintas, por lo que se crean contextos de intercambio y de aprendizaje muy fructíferos.

Estas metodologías colaborativas propias de los laboratorios ciudadanos podrían ser utilizadas en el desarrollo de las *Smart Cities*, dotándolas de lugares donde los ciudadanos puedan reunirse y desarrollar proyectos en torno a problemas concretos: el diseño colaborativo entre expertos y usuarios del trazado del carril bici, la toma de datos y la gestión de la información sobre la calidad del aire o el ruido de una ciudad, etc. En relación a la visualización de la información serviría también como lugar de divulgación y aprendizaje que permitiera estrechar lo que algunos ya llaman el *Data Divide*, la brecha de los datos, que consiste en las desigualdades que se están generando entre aquellos que poseen una formación en el manejo y comprensión de las arquitecturas de la información y los que no. De tal manera que se hace necesaria una suerte de alfabetización en la cultura de los datos.

Para que esta innovación ciudadana sea posible es fundamental que los datos estén disponibles. Y aquí las Administraciones juegan un papel crucial ya que deberían facilitarlos. Por ejemplo, en el metro de Londres liberaron los datos mediante protocolos estandarizados o APIs y fue tan grande el número de aplicaciones que se crearon que el sistema llegó a colapsarse. El hecho de que se dé la posibilidad de que haya más agentes implicados permite en muchos casos que se detecten las necesidades y se desarrollen posibles soluciones de una manera más eficaz que en modelos centralizados de creación de servicios.

Antonio Castillo

¿Qué ciudades creéis que son las que más están incentivando la participación ciudadana? ¿Y cómo lo están haciendo?

Guillermo Sánchez

En la actualidad hay una serie de leyes que ordenan la ciudad. Y estamos hablando de cómo modelar la ciudad del futuro, pero con unas leyes para nuestra ciudad actual. Desde nuestra óptica esto lo vemos muy difícil de compaginar. Toda la legislación público-privada de cómo hacer llegar las ideas y de cómo materializarlas debería actualizarse para que fueran mucho más veloces que la propia tecnología.

Nosotros, por ejemplo, llevamos años trabajando con el gobierno de Singapur, el cual ha enfocado el futuro de su ciudad hacia las soluciones urbanas, como soluciones energéticas, soluciones de tráfico, etc. Lo que hemos aprendido es que si no se cambian los patrones de pensamiento, tanto a nivel de gestión como a nivel de usuario, será bastante difícil llegar a estos otros modelos que nos plantean estas tecnologías.

También es importante darse cuenta de que la tecnología, en base a la participación, tiene que tener un grado de flexibilidad. Por ejemplo, ciertas aplicaciones o tecnologías para una ciudad asiática pueden ser fantásticas pero para una ciudad europea no lo serían tanto por cuestiones culturales.

Antonio Castillo

Todos estáis de acuerdo en que haya una participación activa de la ciudadanía, pero a mí siempre me queda la duda de lo que decía Henry Ford: "Si yo le hubiese preguntado a las personas lo que querían, me habrían respondido que caballos más rápidos".

José López Zafal

Me quedo un poco con el concepto de conocimiento evolutivo. Ahora mismo si te preguntas qué quieren los usuarios, no lo sabe absolutamente nadie. Entonces, parece razonable afrontar el problema desde la óptica del que lo está promoviendo, en este caso el Ayuntamiento. Por tanto, el Ayuntamiento provee servicios municipales y una vez que los ofrece tiene dos caminos. El primero es dedicarse a proveerlos de una manera más eficiente, de manera que puede aprovechar esto como un motor de crecimiento. Si escoges el segundo camino, como es el caso de *Smart Santander*, creo que deberían ponerse una meta y sobre estos servicios ir avanzando.

En cualquier caso, es importantísimo que los ciudadanos vayan aprendiendo al mismo tiempo y ahí es donde entra la idea de una plataforma abierta y de una herramientas que te permita crecer y que todos los agentes estén conectados entre ellos.

Marcos García

Quería poner algunos ejemplos de innovación ciudadana. Por ejemplo, *rodalia.info* es una web dedicada a recoger los *tweets* acerca de las incidencias del sistema ferroviario en Cataluña y surgió de una necesidad real, cuando sucedieron grandes problemas en los trenes de Cercanías de la Comunidad. La puesta en marcha de esta aplicación no fue muy costosa y continúa funcionando en la actualidad. Son los propios usuarios los que poniendo en común la información de su propia experiencia generan un recurso valioso para el resto.

Otro ejemplo es *Granja Familiar*. Se trata de un proyecto en el que desde la universidad se pretende conectar a productores locales con las familias es decir, con los consumidores finales. Es un caso de conexión entre la Universidad, las pequeñas empresas y la ciudadanía.

Los laboratorios ciudadanos pueden servir de catalizadores de este tipo de prácticas. En el campo del internet de las cosas, podrían servir para llevar a cabo experiencias piloto en barrios concretos que luego podrían extenderse al resto de la ciudad.

