

Estudios de casos internacionales de ciudades inteligentes

Santander, España

Jaime Gutiérrez Bayo

Sector de Instituciones
para el Desarrollo

División de Gestión
Fiscal y Municipal

DOCUMENTO PARA
DISCUSIÓN N°
IDB-DP-441

Estudios de casos internacionales de ciudades inteligentes

Santander, España

Jaime Gutiérrez Bayo

Junio de 2016

<http://www.iadb.org>

Copyright © 2016 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>) y puede ser reproducida para cualquier uso no-comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas.

Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI (UNCITRAL). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID, no están autorizados por esta licencia CC-IGO y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Note que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.



Contacto: Mauricio Bouskela, mbouskela@iadb.org.



Estudios de casos internacionales de ciudades inteligentes

SANTANDER

ESPAÑA

Investigación conjunta BID - KRIHS



Resumen

Este estudio de caso es uno de los 10 estudios de casos internacionales desarrollados por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) en asociación con el Instituto Coreano de Investigación para los Asentamientos Humanos (KRIHS, por sus siglas en inglés) para las ciudades de Anyang, Medellín, Namyangju, Orlando, Pango, Rio de Janeiro, Santander, Singapur, Songdo y Tel Aviv. En el BID, el estudio fue coordinado por la División de Competitividad e Innovación (CTI, por sus siglas en inglés), la División de Gestión Fiscal y Municipal (FMM, por sus siglas en inglés) y la Iniciativa de Ciudades Emergentes y Sostenibles (ICES). Este proyecto fue parte de la cooperación técnica ME-T1254, financiada por el Fondo Coreano de Alianza para el Conocimiento en Tecnología e Innovación de la República de Corea. En el KRIHS la División de Investigación Nacional de Infraestructura (National Infrastructure Research Division) coordinó el proyecto y el Centro de Alianza Global para el Desarrollo (Global Development Partnership Center, o GDPC) proporcionó los fondos.

El caso de Santander, como objeto de estudio en el campo de las ciudades inteligentes y como referencia internacional, destaca por el amplio despliegue de dispositivos que la hace única en el mundo como campo de pruebas. Esto unido a la diversidad de servicios en los que se está integrando la tecnología a lo largo de la ciudad hace que a día de hoy la ciudad, a través de su Ayuntamiento, su universidad y de las empresas adjudicatarias de servicios municipales, esté participando en más de 15 proyectos internacionales. El próximo paso, ya en proceso, será la integración de todos los servicios inteligentes (por ejemplo, abastecimiento de agua, recogida de residuos, iluminación viaria y transporte público) en una única plataforma de ciudad que permita la interacción entre ellos y un paso más hacia la eficiencia y la gestión inteligente de la ciudad.

Clasificaciones JEL: L86, O21, O32

Palabras clave: Ciudades inteligentes, innovación tecnológica, tecnologías de la información y la comunicación, proyecto SmartSantander, transporte público, recolección de residuos, participación ciudadana, Internet de las cosas (*Internet of Things*), datos abiertos (*open data*), sensores, Santander.

Con la colaboración de:



Autor: Jaime Gutiérrez Bayo

Índice

| | |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| Resumen ejecutivo..... | 5 |
| 1. Introducción | 7 |
| 2. Gama de servicios..... | 14 |
| 3. Configuración del sistema | 20 |
| 4. Estructura organizativa | 33 |
| 5. Monitorización y control..... | 37 |
| 6. Lecciones aprendidas | 42 |
| 7. Conclusiones..... | 44 |
| Anexo A. Especificaciones técnicas avanzadas..... | 45 |
| Anexo B. Bibliografía..... | 47 |
| Anexo C. Enlaces para descarga de información | 49 |
| Anexo D. Plantilla del estado de desarrollo en los diversos servicios..... | 51 |

Resumen ejecutivo

Santander, como ciudad inteligente, se puede considerar un caso pionero y de referencia por distintas razones. La principal es el amplio despliegue de dispositivos conectados, tanto fijos como móviles, por toda la ciudad. Esto fue posible gracias, entre otros proyectos europeos, al proyecto SmartSantander, que fue financiado por la Comunidad Europea –VII Programa Marco– se desarrolló entre 2010 y 2014, y estuvo liderado por la Universidad de Cantabria y Telefónica I+D. Su objetivo era la investigación científica en torno a “Internet del futuro” y a las comunicaciones máquina a máquina. Gracias al germen que supuso la experiencia de este proyecto, a los 14.000 dispositivos instalados en aquel momento y a la política municipal de innovación, Santander ha podido desarrollar diversos proyectos, tanto con financiación pública como privada, que han permitido a la ciudad continuar en la vanguardia de la innovación en el campo de la gestión urbana inteligente. Actualmente hay unos 20.000 dispositivos instalados y, como resultado, Santander es hoy uno de los mayores laboratorios vivos del mundo y uno de los pocos que permiten operar en toda la ciudad.

Algunos de los aspectos clave que definen el proyecto Smart de la ciudad de Santander son los siguientes:

- Liderazgo político por parte del alcalde de Santander, quien además preside la Federación Española de Municipios y Provincias y la Red Española de Ciudades Inteligentes (RECI), la cual cuenta con 62 ciudades.
- Integración del proyecto Smart de la ciudad en la planificación estratégica de la misma (Plan Estratégico de Santander 2010-2020), y buena planificación sectorial gracias al Plan

Director de Innovación de Santander y al Plan Santander Smart City.

- Estrecha colaboración entre el Ayuntamiento de Santander, Universidad de Cantabria y sector privado.
- Evolución “paso a paso” de la experiencia como ciudad inteligente. Instalación de sensores, posterior implantación progresiva de los conceptos Smart y sensórica en los distintos servicios urbanos (abastecimiento de agua, recolección de residuos sólidos urbanos, transporte público, limpieza viaria, etc.) y proceso actual de unificación en Centro Integrado de Operación y Control (Plataforma Smart City de la ciudad de Santander).
- Caso único de sensorización integral de la ciudad y consecuente carácter de laboratorio urbano vivo.
- Competitividad, en el contexto europeo y mundial, para la financiación pública de proyectos de investigación.
- Existencia de una Dirección General de Innovación que depende directamente de alcaldía y que, además de coordinar el proyecto Santander Smart City, es quien va integrando las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y la innovación en todos los aspectos de la gestión municipal (e-administración, datos abiertos –*open data*–, transparencia, etcétera).

La aplicación de un enfoque integral e integrador a la innovación en un contexto urbano de las características de Santander, con menos de 180.000 habitantes, está permitiendo en la actualidad desarrollar nuevas experiencias en campos como la e-administración, el turismo, el ahorro

energético, la lucha frente al cambio climático o la participación ciudadana.

Desde el punto de vista del desarrollo urbano, entre los actuales retos con los que se encuentra Santander para la consolidación y sostenibilidad de su proyecto como ciudad inteligente, quizás los principales sean la comunicación con un enfoque didáctico del proyecto y la consolidación de un tejido empresarial local.

Desde el punto de vista técnico, la puesta en marcha del futuro **Centro Integrado de Operación y Control** supone una gran oportunidad y un importante reto. La oportunidad se entiende por la transición hacia un sistema integrado y transversal que generará inteligencia para la gestión de la ciudad. El reto se refiere a aspectos como la integración de las distintas tecnologías desplegadas para la generación, comunicación y tratamiento de los datos, o en el papel de dicho centro y de su Oficina Técnica como apoyo imprescindible para la toma de decisiones en el ámbito de la administración local.

Los resultados más relevantes de este proyecto de ciudad inteligente tienen que ver con la mejora de la calidad de vida de los ciudadanos y de la calidad de los servicios urbanos prestados, con la optimización, y consiguiente

ahorro económico, de dichos servicios, y con el posicionamiento internacional de la ciudad en el campo de la innovación.

En el mediano plazo, además de una integración total de la información generada por cada uno de los servicios urbanos (abastecimiento de agua, transporte, iluminación, tráfico, etc.) en una única plataforma de almacenamiento y explotación, se pretende que la ciudadanía pueda tener un papel más activo en el proyecto, pasando de ser meros consumidores de las herramientas a generadores de las mismas. Es decir, que el propio ciudadano pueda determinar en qué aspectos se puede mejorar su calidad de vida y qué papel puede tener la tecnología en ello.

En definitiva, y como conclusión, se trata de una experiencia de ciudad inteligente en transición entre un modelo de gestión vertical de las áreas de gestión y un modelo integrado, donde la Plataforma Smart City de la ciudad de Santander será capaz de generar inteligencia cruzando la información de los diferentes servicios. También es un espacio único donde se produce de manera simultánea, y a través del mismo despliegue de dispositivos, la experimentación y la prestación.



Santander, España

1. Introducción

1.1 Visión de conjunto de la ciudad

Santander es la capital de la Comunidad Autónoma de Cantabria, España. El municipio, tiene una superficie total de 34,8 km² y una población, a diciembre de 2014, de 175.736 habitantes. Su presupuesto municipal para 2015 es de más de €188 millones. A continuación, se ofrecen algunos datos que ayudan a conocer mejor la ciudad objeto de este análisis. Los mismos se han estructurado en tres bloques: geografía y sociedad, economía y medio ambiente.

Imagen 1. Límites del Término Municipal (TM) de Santander

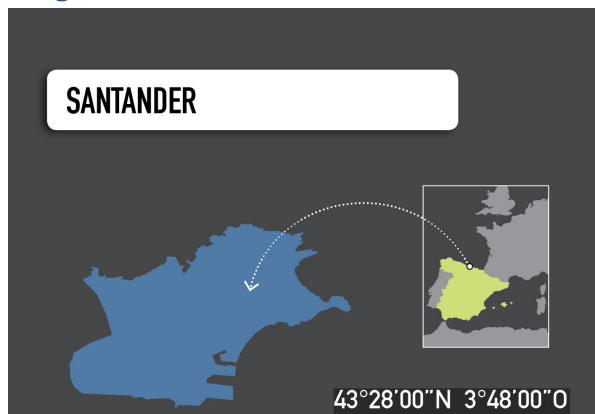


Fuente: Elaboración propia.

1.1.1 Geografía y sociedad

Geográficamente, Santander está situada en el centro de la costa Cantábrica, en el norte de España, y limita al norte y el este con el Mar Cantábrico, y al sur con la Bahía de su mismo nombre. Sus coordenadas geográficas son 43°28'00"N 3°48'00"O.

Imagen 2. Ubicación de la ciudad de Santander



Fuente: Elaboración propia.

- Su clima es oceánico o atlántico, templado y húmedo. La temperatura media del mes más frío es de unos 9° C, y la del mes más cálido es de, aproximadamente, 20° C. Las precipitaciones anuales suelen rondar los 1200mm/m² (Agencia Estatal de Meteorología, www.aemet.es).
- Su carácter de ciudad costera la hace especialmente vulnerable a los efectos del cambio climático.¹ En concreto, los efectos más inmediatos vienen dados por el incremento de los fenómenos marítimos extremos y su efecto sobre infraestructuras y playas urbanas. La ciudad ya cuenta con protocolos de actuación ante este tipo de fenómenos, siendo la adaptación al cambio climático uno de los campos en los que la ciudad puede integrar su experiencia como ciudad inteligente.

¹ A principios del año 2013, la ciudad de Santander sufrió los efectos de varias borrascas consideradas fenómenos marítimos extraordinarios. Información disponible en: <http://www.europapress.es/sociedad/noticia-olas-10-metros-causan-numerosos-destrozos-mobiliario-urbano-garajes-locales-santander-20140202190328.html>

Imagen 3. Datos principales

POBLACIÓN

175.736 habitantes (2014)

PRESUPUESTO MUNICIPAL

€ 188 millones

RENTA BRUTA DISPONIBLE PER CÁPITA

€ 16.743

TRABAJADORES AFILIADOS A LA SEGURIDAD SOCIAL

86.501

| | |
|--------------|--------|
| SERVICIOS | 78.140 |
| INDUSTRIA | 5.040 |
| CONSTRUCCIÓN | 2.960 |

TASA DE DESEMPLEO

19,1 %

POBLACIÓN UNIVERSITARIA

10%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del ICANE.

- Su área metropolitana incluye otros municipios como Camargo, El Astillero o Santa Cruz de Bezana, por lo que llega a una población aproximada de unos 280.000 habitantes en toda el área (que a su vez puede llegar a los 380.000 en época estival por ser un importante destino turístico).
- Se trata de una de las ciudades españolas con menor tasa de criminalidad, con alrededor de 15 infracciones penales por cada 1000 habitantes en el primer semestre de 2015. Aunque esto pueda parecer mucho, tan solo el 10% de esas infracciones son delitos mayores mientras que el resto son pequeños hurtos.
- Es una ciudad universitaria, que en la actualidad cuenta con la presencia de:

- La Universidad de Cantabria, que en el curso 2013-2014, contaba con una comunidad universitaria (alumnos, profesores, investigadores y personal de servicios y administración) de más de 16.000 personas.
- La Universidad Internacional Menéndez Pelayo, que celebra sus cursos de verano en Santander y que en 2014 programó 150 cursos, entre junio y septiembre, con una afluencia de más de 6.000 alumnos.
- La Universidad Europea del Atlántico, que ha iniciado su actividad en Santander en 2014 con 350 alumnos.

1.1.2 Economía

- La renta bruta disponible per cápita en el año 2011 fue, según el Instituto Cántabro de Estadística (ICANE), de €16.743.²
- La tasa de desempleo en el primer trimestre del año 2015 era del 19,11%.³ En cuanto a los sectores de actividad económica, la gran mayoría de trabajadores afiliados a la seguridad social, que eran un total de 86.501 en junio de 2015, realizan su actividad en el sector de servicios (78.140), seguido muy de lejos por la industria (5.040) y por la construcción (2.960).
- Santander es, por tanto, una ciudad de servicios, lo que queda reflejado en la distribución de las actividades económicas por sector. El estudio público que ofrece más datos

² Datos de ICANE disponibles en: http://www.icane.es/c/document_library/get_file?uuid=bd00b9a2-8deb-447f-bc4b-bf1ad4957ccf&groupId=10138

³ Datos disponibles en: <http://www.icane.es>

desagregados es el incluido en el Plan General de Ordenación Urbana aprobado en el año 2012.⁴

- Cuenta con un importante puerto con actividad en el transporte de mercancías –principalmente carbón, chatarra, cereales y vehículos– y de pasajeros (tiene una línea regular que une Santander y Plymouth, y recibe alrededor de 10 cruceros al año).
- El Hospital Universitario Marqués de Valdecilla es otro de los activos de la ciudad. Cuenta con más de 900 camas y en 2014 realizó 35.831 ingresos. Su plantilla, sin contar servicios externalizados (como limpieza, cocina, seguridad o mantenimiento), supera los 4.500 trabajadores (http://www.humv.es/estatico/docs2011/humv_memoria_2010.pdf).

1.1.3 Medio ambiente

- En cuanto a la calidad del aire, las principales fuentes de contaminación atmosférica son el tráfico rodado y los sistemas de calefacción domésticos. En general, la calidad del aire es buena y ha experimentado una mejoría en los últimos dos años. Solo aparecen casos de superación puntual de los niveles de ozono en periodos de intenso calor. Para su seguimiento, además de los sensores instalados por el ayuntamiento gracias al Proyecto SmartSantander, existen dos estaciones de control de calidad del aire que dependen del Gobierno regional y varios paneles informativos en la ciudad. Esta información puede ser consultada en <http://www.airecantabria.com/>.

⁴ Para mayor información, visítese: http://portal.ayto-santander.es/pgou/a_inf_1/1_anexo1_parte_1.pdf

Además, gracias al proyecto europeo TILAS se han instalado en la ciudad 15 sensores de partículas PM10 (partículas menores de 10 micrómetros), de velocidad de viento, de temperatura y humedad, todos ellos de alta precisión.

- Sobre la contaminación acústica, como en la mayoría de ciudades, los principales problemas están asociados al intenso tráfico de algunas vías durante la semana, y a la actividad de las zonas de ocio nocturno durante los fines de semana.
- En el año 2002 se puso en marcha el saneamiento integral de la Bahía de Santander. Esta iniciativa ha sido definitiva en la mejora ambiental del municipio a partir de la eliminación de, aproximadamente, 80 puntos de vertido en una masa de agua que hoy es uno de los principales recursos ambientales y paisajísticos de la ciudad.
- El servicio de abastecimiento de agua potable de Santander cuenta con unos 100.000 contratos (un usuario puede tener varios contratos para distintos puntos de servicio). En 2014 el consumo medio por habitante fue en Cantabria y para todos los usos, de 161 litros por habitante por día, muy superior a la media nacional (de 137 litros).
- En cuanto a la gestión de residuos urbanos, y con los últimos datos validados y ofrecidos por el Instituto Nacional de Estadística (INE) del año 2012, en la ciudad de Santander se generan 0,91 kg/habitante/día de la fracción “resto” (orgánico mezclado), 0,060 kg/habitante/día de papel-cartón y 0,026 kg/habitante/día de envases. Estos tres datos se sitúan por debajo de las medias nacionales de las

tres fracciones, 1,07, 0,063, y 0,037 kg/habitante/día, respectivamente.

- La ciudad cuenta con una amplia variedad paisajística debido a su ubicación y orografía. Destacan el paisaje rural, la bahía y marismas, las playas, el paisaje industrial o la costa acantilada. En realidad, la ciudad cuenta con dos “caras”: una urbana orientada al sur y a su bahía, y una rural orientada al norte, cada una con sus rasgos propios de identidad.

1.1.4 Tecnologías de la información y la comunicación (TIC)

- En el año 2012, Santander contaba con 53.266 líneas fijas de banda ancha, lo que supone una tasa de penetración de 30,4 líneas por cada 100 habitantes (la media nacional ese año era de 24,7 líneas por cada 100 habitantes).⁵
- En ese mismo año, Santander contaba con 93.983 teléfonos fijos, lo que supone una tasa de penetración de 53,7 líneas por cada 100 habitantes, muy superior a la media nacional de ese año, que era de 40,8 líneas. No se dispone de datos oficiales sobre líneas de telefonía móvil a escala municipal.
- Desde el año 2009, Santander dispone del Parque Científico Tecnológico de Cantabria, una nueva zona de implantación empresarial de 237.000m² situada en el área periurbana de Santander. Su orientación hacia actividades basadas en la innovación y la tecnología, no contaminantes, es un factor a tener en cuenta en el desarrollo de la experiencia como Smart City de la

⁵ Para más información, visítense: http://data.cnmc.es/datagraph/jsp/inf_men.jsp

ciudad. Actualmente acoge a más de una veintena de empresas de tamaño medio que desarrollan actividades de telecomunicaciones, biotecnología, informática y gestión energética y ambiental (www.pctcan.es/pctcan/empresas/).

1.2 Desafíos actuales de la ciudad y evolución del proyecto Santander Smart City

Como observación general, y a modo de comentario para introducir este apartado, se considera adecuado resaltar el importante impacto de la planificación realizada para la convergencia entre los retos de la ciudad y su proyecto como ciudad inteligente. Esto quiere decir que los diferentes documentos de planificación elaborados están permitiendo conocer las necesidades de la ciudad y responder a algunas de ellas a través de su proyecto de Smart City. Los más directamente relacionados son el Plan Estratégico 2020, el Plan Director de Innovación,⁶ y el Plan Estratégico Smart City de Santander.⁷

1.2.1 Desafíos actuales de la ciudad

Entre 2010 y 2012 Santander ha analizado su futuro para el mediano plazo junto con más de dos centenares de entidades y ciudadanos. El resultado es el Plan Estratégico de Santander 2010-2020⁸ que, a través de 30 acciones

⁶ Para más información, véase: http://portal.aytosantander.es/documentos/plan_director_innovacion.pdf

⁷ Para más información, véase: http://portal.ayto-santander.es/portal/page/portal/inet_santander/%5Bhtdocs%5D/pdf_contenidos_diversos/2.%20Plan%20Estrategico_Sant_Smart_City.pdf

⁸ Para más información, véase: <http://www.planestrategicosantander.com/>

prioritarias, plantea un modelo de ciudad cuyo desarrollo debe estar basado en la innovación y en la cultura.

La apuesta general de Santander por la innovación, y en particular por el desarrollo de la ciudad inteligente, ha permitido dinamizar el tejido empresarial y emprendedor, ofreciendo la internacionalización de la ciudad, la atracción de inversiones, la consolidación de actividades de investigación y desarrollo, y la propia eficiencia de los servicios urbanos como aspectos positivos. Tanto es así que se acaba de finalizar la redacción del Plan Estratégico Smart City de Santander, documento que fija las líneas maestras de lo que debe ser el proyecto de ciudad inteligente en los próximos cuatro años (su horizonte es 2020, muy adecuado para un campo tan dinámico como el tecnológico).

Por su parte, la cultura constituye una gran oportunidad para Santander gracias a dos importantes instalaciones que abrirán sus puertas próximamente. Se trata del Centro Botín y del Centro Asociado al Museo Reina Sofía. Ambos, serán centros culturales de proyección internacional que permitirán avanzar de manera definitiva en el camino emprendido por el ayuntamiento con el Anillo Cultural y la Fundación Santander Creativa, entre otras muchas iniciativas.

Desde el punto de vista espacial, la ciudad se enfrenta a dos importantes retos, frecuentes en muchas ciudades europeas. Por un lado, la transformación ya iniciada de su frente marítimo. Por otro, la integración del espacio ferroviario de la ciudad, actualmente una clara barrera en la cohesión urbana. Desde el punto de vista social, la reducción de los niveles de desempleo y el envejecimiento de la población son retos prioritarios, mientras que desde el enfoque ambiental, la reducción en el consumo de recursos, sobre todo la energía, centra una parte importante de los esfuerzos.

1.2.2 Origen y evolución del proyecto Santander Smart City

En los últimos años, la ciudad de Santander está implantando nuevos modelos de prestación de servicios inteligentes con la creación de nuevas infraestructuras y redes de comunicación. El propio Plan Estratégico 2010-2020 plasma de manera clara la apuesta municipal por la innovación, la cual conforma junto con la cultura, los dos pilares sobre los que se sustenta.

Esta metamorfosis ha sido impulsada y liderada por el Ayuntamiento de Santander, con la colaboración de la Universidad de Cantabria y de empresas locales, nacionales e internacionales.

En 2010 se produjo el germen de la experiencia “Smart” con la selección y financiación por parte de la Comunidad Europea, a través del VII Programa Marco, del proyecto SmartSantander. En este proyecto, que fue liderado por la empresa Telefónica I+D y la Universidad de Cantabria con el apoyo del Ayuntamiento de Santander y el Gobierno de Cantabria, participaron un total de 15 socios públicos y privados de España, Italia, Serbia, Reino Unido, Alemania, Grecia, Dinamarca y Australia. El presupuesto total del proyecto ascendió a €8,67 millones,⁹ de los cuales €6 millones fueron aportados por la Unión Europea y los €2,67 millones restantes por los socios participantes. Las aportaciones comunitarias fueron gestionadas por el *partner* principal del proyecto, Telefónica I+D, quien a su vez hacía los pagos a cada uno de los socios.

Basado en la idea de las comunicaciones máquina a máquina (M2M, *machine to machine*) y la interacción entre dispositivos y sensores, este proyecto SmartSantander

permitió la instalación de 12.000 dispositivos por toda la ciudad que abrieron la posibilidad de acometer una de las primeras experiencias Smart City. Esto también permitió el posicionamiento de la ciudad como laboratorio vivo, por tratarse de un entorno único para la experimentación de interacción real con la prestación de servicios urbanos.

Como se irá mencionando a lo largo de este estudio de caso, a partir del germen de Smart Santander, el ayuntamiento decidió ir integrando este tipo de tecnologías de la comunicación máquina a máquina en algunos aspectos de la gestión municipal, como por ejemplo, el tráfico, la recolección de residuos urbanos o la gestión inteligente del ciclo integral del agua urbana. De este modo, se han ido generando servicios inteligentes con un modelo de gestión vertical en el que la interrelación entre unos y otros ha sido aún escasa. Progresivamente, se van a ir incluyendo cláusulas de innovación en la licitación de todos y cada uno de los servicios públicos de prestación obligatoria.

En la actualidad, el Ayuntamiento de Santander se encuentra a punto de adjudicar el contrato de “Servicios informáticos para la plataforma Smart City, y la puesta en marcha de la Oficina Técnica del proyecto”. El coste de este contrato es de €2.238.000 en cuatro años, y será financiado íntegramente por el propio ayuntamiento. La plataforma y su Oficina Técnica permitirán una gestión transversal de los servicios de la ciudad, la relación entre ellos y la integración tecnológica de todos los nuevos contratos que se vayan generando. A partir de ahora será posible, por ejemplo, que ante una incidencia como la rotura de una tubería del servicio de abastecimiento de agua, automáticamente, pero con la validación previa del personal responsable, se generen los avisos pertinentes a la policía local, los servicios municipales o los propios usuarios, se desvíe el tráfico por rutas alternativas de manera automática, o que el servicio de recolección de

⁹ Información disponible en: <http://www.europapress.es/cantabria/noticia-arranca-proyecto-smartsantander-convertir-capital-cantabria-ciudad-inteligente-20100908183142.html>

residuos modifique su ruta para evitar ese “punto negro”.

Además, en la actualidad la ciudad cuenta con aproximadamente 20.000 dispositivos de tres tipos: estáticos, dinámicos y participativos.

Los principales hitos en la evolución del proyecto son los siguientes:

- Año 2010: en septiembre comienza el proyecto SmartSantander, financiado por el VII Programa Marco de la Unión Europea (UE).
- Año 2011: se otorga el premio Future Internet Award al proyecto SmartSantander (concedido por la Unión Europea, a través de ceFIMS, Coordination of the European Future Internet Forum of Member States).¹⁰
- Año 2012: Santander funda la Red Española de Ciudades Inteligentes, es nombrada Segunda Ciudad Inteligente

por International Data Corporation (IDC), y aprueba su Plan Director de Innovación.

- Año 2013: se realiza un concurso público para la gestión de residuos municipales que incluye, por primera vez en la contratación de servicios públicos, la implantación de tecnología Internet de las cosas (IoT, *Internet of Things*). También se comienza el proyecto de investigación Smart Water, y se abre al público el Centro de Demostraciones de Ciudades Inteligentes en Enclave Pronillo.
- Año 2014: se implanta la factura electrónica (e-administración) y se ponen en marcha el portal de datos abiertos (<http://datos.santander.es/>) y el Portal de Transparencia (<http://transparencia.santander.es/>).

Gráfico 1. Tipos de dispositivos instalados



¹⁰ Para más información, véase: <http://www.rcysostenibilidad.telefonica.com/blog/2011/05/27/la-comision-europea-reconoce-al-proyecto-smart-santander-con-el-future-internet-award/#.VjCXZbcvffU>

- Año 2015: se aprueba el Plan Estratégico Smart City de Santander y se contrata la Plataforma Santander Smart City

Santander trabaja, actualmente, junto a 220 socios de toda Europa en el desarrollo de 15 proyectos de innovación que cuentan con un presupuesto total de €61.144.572 financiados por la Unión Europea. La participación de la ciudad en estos proyectos ha sido financiada por la Comisión Europea por un valor total de €1.537.266.

2. Gama de servicios

Como se ha mencionado anteriormente (apartado 1.2.2), en la actualidad la ciudad cuenta con 20.000 dispositivos de tres tipos:

- **Estáticos:** están colocados en distintos puntos fijos de la ciudad, para lo cual se utiliza el diferente mobiliario urbano. Los datos recogidos son procesados en el servidor de gestión y luego alimentan las diferentes aplicaciones y herramientas para la generación de modelos predictivos. Algunos de los ejemplos de este tipo de sensores son los de detección de plazas de aparcamiento libre (unos 400 en el centro de la ciudad), los de humedad para el riego optimizado de zonas verdes, los de llenado de los contenedores de residuos, los que miden la calidad del agua o los encargados del seguimiento de parámetros ambientales (ruido, temperatura, CO2, etcétera).

Imagen 4. Sensor de aparcamiento antes de su instalación y sensor de intensidad de tráfico durante su instalación



- **Dinámicos:** se encuentran instalados en elementos que están en movimiento, como autobuses públicos, vehículos de parques y jardines, taxis o vehículos de

recolección de residuos. Permiten recoger información medioambiental y del tráfico en numerosos puntos de la ciudad. También posibilitan conocer el estado del tráfico y alimentan la información de las aplicaciones (app.) disponibles para el ciudadano.

Imagen 5. Detalle de sensores móviles sobre la cabina del conductor del autobús municipal



- **Participativos:** son los propios ciudadanos los que recogen datos o incidencias que se están produciendo en ese mismo momento, en el punto en el que se encuentren. La app. El pulso de la ciudad¹¹ (www.elpulsodelaciudad.com/) permite al ciudadano contribuir activamente en la gestión de la ciudad al reportar incidencias que encuentre en las calles de Santander (un bache, un banco deteriorado, una papelera rota, etc.) e incluir fotografías de las mismas. Los ciudadanos conocen en todo momento el estado de la incidencia y la fase de tramitación dentro del ayuntamiento.

En cuanto a la infraestructura de conectividad, la obtención y envío de la información a los dispositivos se realiza mediante “una combinación de infraestructura inalámbrica, móvil y fija dependiendo de las necesidades de movilidad, ancho de banda y latencia de la

¹² Para más información, visítense: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.eu.s.martsantander.participatorysensing&hl=es>

aplicación en concreto. 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”.¹²

Siguiendo el esquema propuesto por la dirección de los trabajos, los servicios inteligentes ofrecidos actualmente por la ciudad se pueden clasificar en los mencionados en los siguientes apartados.

2.1 Transporte y movilidad

Se han situado sensores que miden el tráfico de entrada en la ciudad y más de 200 espiras que miden también la intensidad del tráfico. Además, se han instalado 10 paneles en otros tantos viales de la zona centro de la ciudad que informan al conductor en tiempo real y antes de que ingrese en el vial acerca de la disponibilidad de aparcamiento en superficie libre en dicha calle. Estos paneles proporcionan información de las casi 400 plazas de aparcamiento.

La ciudad cuenta también con etiquetas (*tags*) o pegatinas instaladas en las paradas de autobús, que facilitan datos acerca de las líneas, paradas, tiempos de espera, etc. de los autobuses municipales. Asimismo, dentro de la app. SmartSantanderRA, se dispone de información ampliada de las paradas de autobús que hay en el entorno, las líneas que paran en cada una, el tiempo que tardará en llegar el próximo autobús y la distancia exacta a la que se encuentra.

¹² Extraído del Plan Director de Innovación. Disponible en: http://portal.ayto-santander.es/portal/page/portal/inet_santander/ciudad/plan_de_innovacion

A esto se añade, en la misma aplicación, información sobre el tráfico, los puntos de alquiler de bicicletas, paradas de taxis o los aparcamientos subterráneos con datos en tiempo real sobre la disponibilidad en cada uno de ellos. Por lo tanto, se trata de una gran herramienta para la promoción de la movilidad multimodal, paradigma de la sostenibilidad urbana.

Por último, se han instalado cinco paneles informativos en puntos seleccionados de la ciudad con información en tiempo real sobre el estado del tráfico en distintas vías principales. Esto permite al usuario elegir entre distintas alternativas para llegar a su destino, con lo que reduce los tiempos de desplazamiento y contribuye activamente a la disminución de las emisiones de CO₂ (menos consumo de combustibles fósiles = menos emisiones de CO₂). También existe una aplicación para el pago del estacionamiento limitado en superficie (Ordenanza Limitación Aparcamiento, OLA).

Todo ello ha generado algunos beneficios tanto para el funcionamiento del propio sistema como para la satisfacción de los ciudadanos. Aunque ya está generalizado el uso de GPS para el control de flotas, en lo que respecta al sistema de autobús municipal el avance para Santander radica en la mayor cantidad y calidad de la información que recibe el ciudadano, que conoce en tiempo real el tiempo que falta para que llegue su autobús, la distancia o la línea que debe tomar para llegar a un punto concreto (calidad de vida).

2.2 Seguridad ciudadana

Este es uno de los sectores menos desarrollados en la experiencia como ciudad inteligente de Santander. La razón es que la seguridad ciudadana y la criminalidad no son un problema real de la ciudad al ser una de las urbes con menor tasa de criminalidad de España.

En todo caso, hay cámaras de seguridad instaladas a lo largo de la ciudad que se visualizan, se almacenan y se gestionan en el Centro de Control de la Policía Local. En total, existen 157 cámaras instaladas y distribuidas en 15 grupos o sistemas que corresponden con edificios e infraestructuras municipales. Los edificios donde más cámaras hay instaladas son el Palacio de Deportes, el Palacio de Ferias y Exposiciones, y la propia Casa Consistorial. De momento, ninguna de las cámaras graba audio, y la inmensa mayoría de ellas son fijas. De hecho, tan solo 19 de las 157 existentes están motorizadas. Actualmente, se está reformando todo el proyecto de las cámaras de seguridad, ya que se está instalando un software central de gestión de todas las imágenes de seguridad de la ciudad. Se están instalando cámaras IP o adaptando las actuales de forma que todas envíen sus imágenes a la central de datos del ayuntamiento (servicio de informática de la Dirección General de Innovación) al igual que al centro de control de la policía municipal. Ahí se almacenarán y se tratarán de forma que se pretende disponer de un sistema único y centralizado de almacenamiento y explotación de datos.

Por último, gracias al “botón del pánico” instalado, los taxis de la ciudad pueden generar avisos de emergencia de seguridad que llegan al centro de la policía local, donde se visualiza la posición de todos los taxis.

2.3 Emergencias y protección civil

Actualmente, se está implementando una red de comunicaciones propia para la ciudad de Santander para los cuerpos de emergencias, como bomberos, policía y protección civil. De esta forma, los servicios de emergencias dispondrán de un sistema de cobertura máxima en la ciudad, en el que estarán todos integrados bajo un mismo sistema y dispondrán de un canal común de coordinación, que actualmente no existe.

Además, se están instalando terminales nuevos con las últimas tecnologías de forma que podrán estar posicionados tanto los vehículos como los propios policías locales de manera individual. Los bomberos tendrán equipos que les permitirá disponer de señal, aún en lugares en los que no haya cobertura, para conocer la posición de los bomberos, por ejemplo, dentro de los edificios.

También se está trabajando en la fase de experimentación para la automatización e integración de las alarmas por fenómenos marítimos extremos como medida de adaptación al cambio climático.

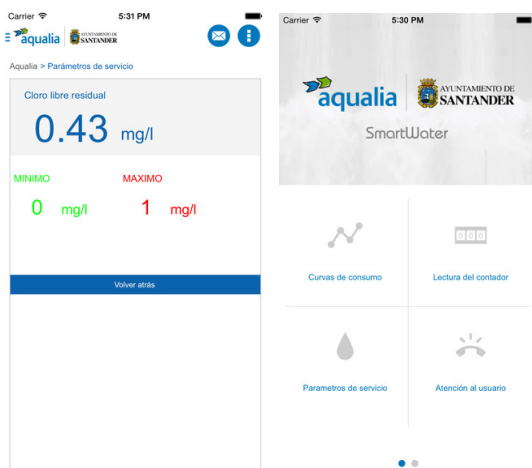
2.4 Medio ambiente

Como parte de la gestión ambiental de la ciudad, la *gestión del ciclo integral del agua urbana* es otra de las áreas donde se está consiguiendo mayor implantación de las soluciones Smart en Santander.

Hasta ahora se ha finalizado la primera fase del proyecto Smart Water, que ha consistido en la instalación de un millar de dispositivos de lectura de contadores domiciliarios a distancia, y de sensores de caudal de la red, de presión y de nivel de agua en el colector de saneamiento, que han permitido conocer exactamente el funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua y de saneamiento de un barrio de la ciudad (Nueva Montaña) tanto a nivel general como de cada usuario. Como complemento, se ha creado una aplicación móvil, llamada SmartWater, a través de la cual los usuarios tienen acceso a información en tiempo real sobre su consumo, calidad del agua (Ph y turbidez) o la presión con la que llega a su hogar (uno de los problemas de abastecimiento más frecuentes en una ciudad con importantes desniveles como Santander). Por su parte, el resto de los ciudadanos pueden utilizar la app. para darse de alta o de baja en el servicio, cambiar de titular o recibir avisos, como cortes de agua programados, averías, conocer la calidad del agua, etcétera.

En la segunda fase de este proyecto Smart Water, la experiencia se ha extendido al distrito centro de la ciudad mediante la instalación de 1.220 equipos de telelectura y sensores que permiten monitorear la presión de la red o los parámetros de calidad del agua. En la actualidad, casi 9.000 ciudadanos se benefician de este proyecto piloto. La

Imagen 6. Ejemplos del menú de la aplicación SmartWater



tendencia del proyecto es extenderlo a toda la ciudad en colaboración con el prestador del servicio, lo que permitirá equilibrar la gestión de la demanda del suministro y adaptarse a los condicionantes actuales y futuros de cambio climático.

La *gestión de residuos sólidos urbanos* es otro de los pilares de la gestión ambiental municipal en Santander, y otra de las áreas en las que se están implantando soluciones propias de una verdadera ciudad inteligente. Hasta ahora se ha llevado a cabo el despliegue tecnológico de más de 3.000 dispositivos que permiten conocer en tiempo real el estado de los puntos de vertido (situación, niveles de llenado, relación de actuaciones efectuadas sobre ellos, incidencias del servicios, etc.), los sistemas de control por GPS de los trabajos y los sensores móviles en los vehículos de recolección que recogen información sobre la calidad del aire, temperatura, humedad, sobre el control de pesaje del contenedor en los

camiones de recolección, etc. Además, se ha trabajado en la fabricación e instalación de sensores volumétricos en todos los contenedores de recolección selectiva (como son papel, cartón y vidrio) y de *tags* para todas las papeleras y los contenedores, tanto de selectiva como de orgánica. Este contrato, adjudicado en marzo de 2013 por un periodo de 10 años y por un importe de €15,9 millones al año, prevé también el desarrollo de una aplicación que va a permitir conocer todos los detalles necesarios en cuanto a último lavado de contenedores, reposición y sustitución de papeleras, rutas de los vehículos, consumos de combustible o asignación de personal.

Por último, existe un amplio despliegue de sensores ambientales, estáticos y dinámicos, que permiten el seguimiento en tiempo real de la temperatura, humedad, precipitaciones, luminosidad o ruido. Se pueden consultar los datos en el portal <http://maps.smartsantander.eu/>

2.5 Eficiencia energética

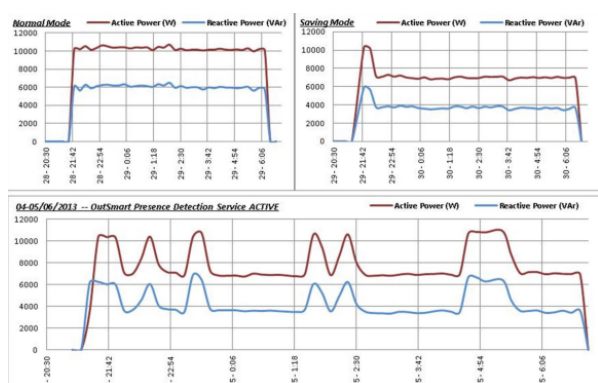
Los mayores avances en materia de eficiencia energética llevados a cabo en Santander, en relación con su proyecto de Smart City, se han producido y se están produciendo actualmente en el servicio de alumbrado público.

El proceso de transformación del servicio que se está produciendo actualmente pretende producir un ahorro del 65% en el consumo de energía para alumbrado exterior. A través de un contrato dirigido a empresas de servicios energéticos, se producirá una inversión total de unos €14 millones para la sustitución de 22.700 luminarias por unas de tecnología led, que permitan variar la intensidad lumínica según su ubicación y el momento del día, y la total interconexión con la plataforma Smart City de Santander y con el resto de los servicios. El resultado final será un ahorro de, aproximadamente €1,4 millones al año y un importantísimo ahorro de emisiones de CO2

debido al menor consumo energético (en España, una importante proporción de la energía consumida proviene de combustibles fósiles, sobre todo carbón, fuel y gas, que generan importantes emisiones de gases de efecto invernadero).

Ya se han llevado a cabo proyectos piloto en dos zonas de la ciudad con la instalación de luminarias led y detectores de presencia que están permitiendo obtener datos reales sobre ahorros en el consumo y tráfico de viandantes.

Gráfico 2. Consumos energéticos según sistema. Universidad de Cantabria



Nota: Los tres gráficos representan el consumo de un sistema tradicional de iluminación (arriba a la izquierda), de un sistema en modo ahorro (arriba a la derecha), y del sistema de iluminación adaptativa con detección de presencia (debajo).

2.6 Participación y comunicación con la ciudadanía

Se podría decir que este es otro de los puntos fuertes de la experiencia Smart City de Santander. La ciudad cuenta en este momento con diversas herramientas de información, comunicación y participación ciudadana. Todas ellas permiten al ciudadano estar ampliamente informado sobre los principales parámetros de la ciudad, pero también mejoran sensiblemente las posibilidades en sectores como el turismo.

Los principales proyectos activos en este campo son los siguientes:

- Diez nuevas app. reunidas en el contenedor de aplicativos “Santander al móvil”. Incluye desde “Smart Santander RA”, con un amplio abanico de información útil para vivir la ciudad (información de tráfico, agenda cultural, información sobre comercios, autobús urbano, bicicleta pública y un largo etcétera) ofrecida a través de la realidad aumentada, hasta “E-park” que permite el pago del aparcamiento en zonas OLA (Ordenanza Limitadora de Aparcamiento). Entre este grupo de 10 aplicaciones destaca El pulso de la ciudad.¹³ Como su nombre indica, esta aplicación permite obtener información en tiempo real sobre las “constantes vitales” de Santander (temperatura, tráfico, noticias, aparcamiento, etc.), pero también permite al ciudadano comunicar al ayuntamiento de su ciudad incidencias de todo tipo y conocer cuál es el estado de su tramitación interna hasta su resolución.

¹³ Para más información, visítense: <http://www.elpulsodelaciudad.com/> se pueden consultar las incidencias realizadas, de toda índole.

Imagen 7. Ejemplo de incidencia generada a través de la app. El pulso de la ciudad



No hay bicis en la parada
bicicleta supuestamente abandonada
Oct 27, 2015 10:06:03 AM

- Santander Datos abiertos (<http://datos.santander.es/>) es un portal que fomenta la transparencia ante la ciudadanía pero también genera un ecosistema favorable para el emprendimiento y los desarrollos empresariales en sectores de alto valor añadido, como las tecnológicas. Ofrece un amplio catálogo de datos (actualmente 85 conjuntos de datos – dataset– y 1.135 recursos), de acceso libre y gratuito, agrupados en seis categorías: transporte, demografía, sector público, comercio, sociedad y bienestar, y urbanismo e infraestructuras. Como ejemplo práctico, se puede mencionar la aplicación “T.U.S Santander”,¹⁴ realizada por un desarrollador particular. De hecho, algunas empresas

¹⁴ Aplicación para conocer en todo momento el tiempo de espera en las paradas de autobuses urbanos de Santander. Se puede consultar por línea, por número de parada o seleccionar la parada en el mapa. También se puede consultar el estado de las paradas del servicio municipal de bicicletas, los horarios de los autobuses interurbanos e interprovinciales, así como las próximas salidas y llegadas del aeropuerto de Parayas.

locales como Alter Geosistemas o CIC han integrado los datos del open data de la ciudad en aplicaciones comerciales.

- Portal de transparencia municipal de Santander, que se puso en marcha en enero de 2015 se ha desarrollado gracias a un acuerdo con Microsoft que ha permitido a la ciudad disponer de esta útil herramienta a coste cero. En las actuales circunstancias que dominan el panorama sociopolítico de España y de Europa, con altos niveles de desapego hacia la actividad política, desconfianza e importante desgaste producido por los casos de corrupción, este portal intenta reducir esa distancia entre ciudadanos y responsables públicos. En www.transparencia.santander.es se puede encontrar básicamente información sobre dos aspectos: los indicadores internacionales de transparencia municipal (ITA) de Santander, y la evolución en detalle del presupuesto municipal por áreas y por meses.
- Santander City Brain (www.santandercitybrain.com)¹⁵ es otra de las herramientas que promueve el diálogo entre gestores y ciudadanos a través de la creatividad de estos últimos. Se convocan certámenes donde se propone un reto (el último ha sido sobre ideas para mejorar Santander como destino turístico) y luego las mejores ideas y las más votadas por los usuarios son premiadas. Cuenta con 1.982 usuarios registrados y 1.211 ideas compartidas.

¹⁵ Esta página permite recoger propuestas de los ciudadanos en cualquier ámbito de la ciudad. Los últimos ejemplos se han producido en urbanismo, turismo, promoción, educación, etcétera.

Hasta el momento se han convocado seis certámenes, pero la plataforma permite realizar aportaciones y propuestas en cualquier momento. Como ejemplo, las cinco ideas ganadoras¹⁶ del certamen relacionado con la actividad turística en la ciudad, están siendo analizadas por el Consejo Asesor de Turismo de Santander para su posible inclusión en el Plan de Actuación Turística 2015-2020.

- Centro de demostraciones de Enclave Pronillo, que se puso en marcha en colaboración con Telefónica, es un espacio pensado para la visita de ciudadanos interesados en conocer las características y posibilidades de Santander como Smart City. Con más de 2.000 visitas guiadas al día de hoy, permite conocer físicamente los principales dispositivos instalados y las aplicaciones y facilidades derivadas de ellos. Se considera una importante aportación para la aceptación social del proyecto de ciudad inteligente a través del conocimiento directo, con lo que se contribuye a contrarrestar la lógica falta de familiaridad con los conceptos y terminología tecnológica.

¹⁶ Las cinco ideas han sido: instalación de pantallas en los pasos de cebra de los semáforos con información turística de la ciudad; emisión de videos promocionales y anuncios de actividades en los taxis a través de instalación de *tablets*; visitas teatralizadas al Palacio de la Magdalena; cursos de cocina en el Mercado de la Esperanza, y Santander en directo (webcam con emisión en tiempo real en distintos enclaves únicos de la ciudad). Para más información, visítense <http://www.santandercitybrain.com/>

3. Configuración del sistema

3.1 Información general

En la actualidad la ciudad de Santander está dando el paso entre la implantación sectorial y parcial de tecnologías IoT, y la integración e interoperabilidad de la mayoría de los servicios municipales. La Plataforma Smart City de la ciudad será lo más parecido a lo que se denomina Centro Integrado de Operación y Control.

Tras una experiencia de cinco años en la que se han conseguido importantes avances en áreas como la gestión del abastecimiento de agua, la de residuos urbanos, el tráfico o el transporte urbano público, de momento no se ha logrado una interoperabilidad generalizada. Por el momento, los únicos contratos para la prestación de servicios municipales en los que se ha incluido como requisito la implantación de tecnologías IoT son el de recolección de residuos urbanos y el de iluminación exterior. En otros, como el de abastecimiento del agua potable, la integración de tecnologías IoT es totalmente voluntaria y está ligada a convenios de colaboración para investigación con la Universidad de Cantabria.

A partir de este momento, y gracias a la Oficina Técnica prevista en el contrato de la Plataforma, el ayuntamiento dispondrá del asesoramiento necesario para introducir como requisito la integración de este tipo de tecnologías IoT en los pliegos de contratación de servicios de la ciudad, de manera de adoptar una estrategia de confluencia, integración e interoperabilidad.

3.2 Nivel de integración e interoperabilidad

Hasta el momento, no existe un diálogo entre los sistemas de la ciudad a nivel de gestión urbana, más allá de algunos proyectos piloto concretos. Aun siendo esto así, las autoridades locales disponen de un proyecto de ciudad inteligente lo suficientemente maduro como para haber podido definir de manera concisa sus necesidades de cara a la contratación de la Plataforma Smart City de la ciudad de Santander (véase en el anexo C el Pliego de Prescripciones Técnicas para la contratación).

Actualmente existen distintos centros de control independientes, operados tanto por empresas prestadoras de servicios, como es el caso de FCC Aqualia en el abastecimiento de agua potable o de Ascan-Geaser en la recolección de residuos, como por distintos departamentos del propio ayuntamiento, como el Centro de Control de la Policía Local en seguridad ciudadana o el Centro de Control del Tráfico en movilidad.

En este punto, cabe mencionar la existencia del Centro de procesamiento de datos municipal (CPD), donde están ubicados los servidores y donde se guardan los datos y los servicios tecnológicos del ayuntamiento. Este Centro depende de la Dirección General de Innovación, responsable del proyecto Smart City del Ayuntamiento de Santander, y actualmente hay tres técnicos municipales a cargo de su funcionamiento.

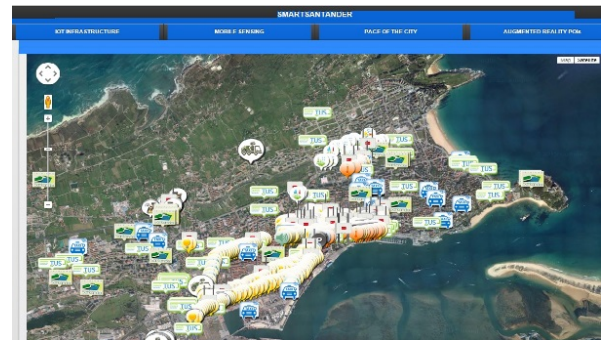
Los responsables de las distintas áreas municipales realizan intercambios de información al compartir documentos a través de su propia “intranet” (red informática propia), de reuniones físicas de trabajo y de correos electrónicos y llamadas telefónicas.

Para la gestión y solución de incidencias municipales se utiliza el sistema de gestión de incidencias de la ciudad y edificios (INCISIS), que automatiza la asignación de tareas

mediante el envío de avisos, vía correo electrónico, al área correspondiente (parques y jardines, obras, servicio de aguas, etc.). A este sistema, que es anterior a la experiencia Smart de la ciudad, se ha conectado la aplicación El pulso de la ciudad, que permite a los ciudadanos generar sus propias incidencias.

Cabe hacer una puntualización con respecto a lo anterior. Todos los datos obtenidos a través de los más de 20.000 dispositivos desplegados y de algunos de los servicios, como la recolección de residuos están siendo almacenados en un repositorio único (en la nube), que es la plataforma Fi-Ware.

Imagen 8. Despliegue de dispositivos por la ciudad



Fuente: Elaboración propia a partir de <http://maps.smartsantander.eu/>.

Gracias a eso, existe la oportunidad de crear inteligencia en la gestión al interrelacionar los datos de varios servicios urbanos verticales, como se ha hecho en distintas ocasiones a través de retos en hackathones. Sin embargo, la falta de personal asignado en exclusiva al proyecto, la inexistencia de protocolos o la falta de flexibilidad propia de las administraciones no va a permitir dar ese salto hasta que no se disponga de la Plataforma Smart City en la ciudad de Santander. Al día de hoy, se puede consultar la información almacenada y en tiempo real para Santander en: <http://maps.smartsantander.eu/>. que ofrece este tipo de visualización para toda la ciudad (imagen 9).

Imagen 9. Despliegue de dispositivos por la ciudad



Fuente: Elaboración propia a partir de <http://maps.smartsantander.eu/>

3.3 Arquitectura del sistema

La descripción de la arquitectura del sistema, que se desarrolla a continuación, incluye información que combina aspectos de los sistemas actuales con detalles del sistema que está a punto de adjudicarse y que constituirá, con un enfoque integrado e integrador, la Plataforma Smart City de la ciudad de Santander.

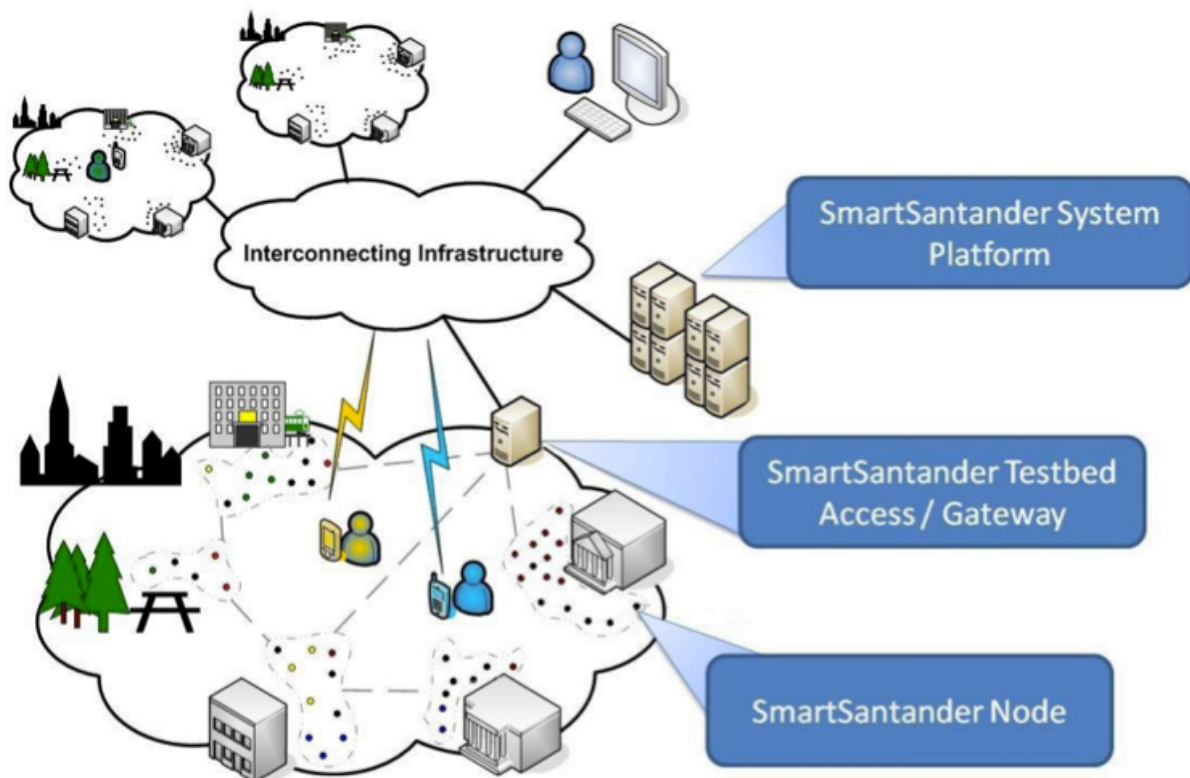
Para poder diferenciar la información (actual vs futura) en cada uno de los apartados se añadirá una letra entre paréntesis: (A) para actual y (F) para futura.

3.3.1 Disposición y esquema general del sistema (A + F)

Hasta ahora, la arquitectura general del sistema respondía, en términos generales, a la arquitectura del proyecto SmartSantander. Su expresión gráfica se presenta en el gráfico 3.

Por su parte, la arquitectura de la Plataforma Smart City de la Ciudad de Santander, a punto de ponerse en marcha, está conformada por los siguientes elementos y componentes, cuya descripción se recoge literalmente del *Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares que han regir en el procedimiento abierto para contratar los servicios informáticos de Plataforma Smart City de la ciudad de Santander en modo servicio y la puesta en marcha de la Oficina Técnica del Proyecto*

Gráfico 3. Arquitectura del proyecto SmartSantander



Fuente: www.smartsantander.eu

(Anexo C):

Capa de integración e interoperabilidad: Sobre la integración, se entiende que es un *“Componente de la solución que debe dar cobertura a las necesidades del ámbito del Internet de las cosas (IoT) y que afectan a la ciudad, permitiendo la captación, recopilación y análisis en tiempo real de datos procedentes de los dispositivos con capacidad de interconexión. Este componente es necesario para la interacción con elementos de información y actuación en tiempo real que permitan la gestión eficiente de los servicios urbanos desde una visión integrada”*. En cuanto a la interoperabilidad, *“El uso del componente de interoperabilidad de aplicaciones tiene como fin la interacción con las diferentes fuentes de datos procedentes de los sistemas de información de los Servicios Urbanos tanto origen como destino, así como la facilidad de creación y mantenimiento de los procesos de extracción, transformación y carga que se requieran para la obtención de la información necesaria por parte de los otros componentes de la solución”*.

- **Capa de tratamiento, gestión y explotación de datos:** *“Componente de la solución que permita integrar y tratar grandes volúmenes de información heterogénea procedente de distintas fuentes de información que se pueden identificar en el ámbito de las ciudades. La solución proporcionará, por tanto, un Sistema Integral de Gestión que posibilite trabajar con un gran número de variables y datos de fuentes diversas y en condiciones de tiempo real, obteniendo indicadores de servicio de alto valor añadido para la gestión integrada de la ciudad de Santander”*.

- **Capa de Soporte al negocio:** *“Esta capa será la responsable de generar los informes y visualizaciones necesarias para la correcta transferencia de la información a los usuarios o gestores finales, incluyendo no solo información tabulada, sino gráficas, mapas y visualizaciones adaptadas a los ámbitos de uso”*.
- **Capa de aplicación y acceso:** *“La Capacidad para convertir a la Plataforma Smart City en una plataforma abierta, tanto desde el punto de vista de emprendedores que deseen interactuar con la plataforma, como desde el punto de vista de los proveedores de servicios de la ciudad”*.
- **Capa de gestión:** *en lo que se refiere a gestión de usuarios “La solución debe proporcionar las herramientas de provisión y configuración de distintos perfiles de acceso a los servicios proporcionados por la propia solución”. En cuanto a la seguridad “La solución debe poder integrarse con la seguridad estándar de gestión de usuarios LDAP del Ayuntamiento de Santander. Debe disponer de un módulo centralizado y de fácil acceso (vía web) para poder realizar gestiones de administración de los usuarios (asignación de permisos, etc.), por tanto, debe garantizar la seguridad según los requisitos del Ayuntamiento de Santander que serán comunicados al adjudicatario al inicio del proyecto”*.

Como se puede observar en la descripción de las cinco capas que van a componer la Plataforma Smart City de la ciudad de Santander, el sistema aglutinará todos los conocimientos, software, hardware y personal necesario para generar, transmitir, tratar y presentar los datos producidos en la ciudad.

3.3.2 Información técnica sobre generación y tratamiento de datos (A)

La generación de datos y de información, como ya se ha comentado en varias ocasiones, se produce actualmente gracias a los dispositivos desplegados por los adjudicatarios de servicios urbanos y por los servicios municipales (personal propio), y también a los desplegados gracias a proyectos de investigación y gestión impulsados por el Ayuntamiento de Santander y la Universidad de Cantabria.

En el caso del proyecto SmartSantander, financiado por el 7º Programa Marco de la Unión Europea, los sensores instalados generan los datos que, sin proceso de validación previo, son almacenados en un único repositorio, la plataforma Fi-Ware, para su explotación en diversas aplicaciones. Entre estos sensores (por ejemplo de luminosidad o de ruido), aquellos instalados en farolas y fachadas (conectados a la red eléctrica para su alimentación) disponen de dos módulos de radio para la transmisión de datos: uno para el servicio y otro para la experimentación. El servicio se produce a través de distintas aplicaciones, principalmente SmartSantanderRA y El pulso de la ciudad, las cuales están disponibles en las más importantes plataformas de descarga para Android y Apple.

La experimentación e investigación, a su vez, permite el desarrollo de nuevas utilidades para el ciudadano y para el propio ayuntamiento gracias a la colaboración con la Universidad de Cantabria y su Departamento de Ingeniería Telemática. Asimismo, esta colaboración posibilita la participación en nuevos proyectos

de investigación y desarrollo y la consolidación del modelo de cooperación público-privada.

Además de todos estos datos asociados a los distintos desarrollos de SmartSantander, en la ciudad se generan muchos más datos vinculados a la multitud de servicios que se prestan en la ciudad. Cada servicio tiene su propio sistema de generación, transmisión, almacenamiento y tratamiento de los datos. Algunos ejemplos son los siguientes:

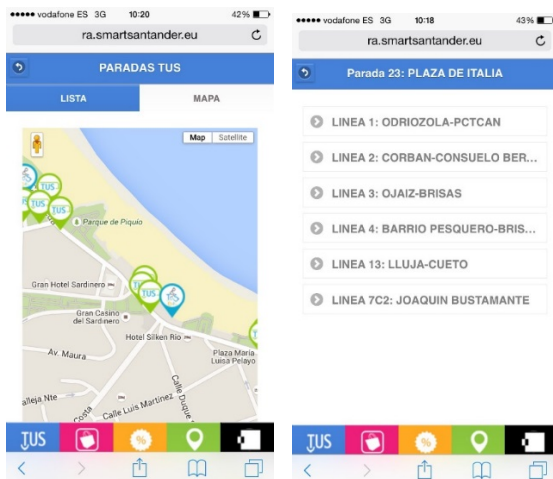
- *Taxis*: disponen de su propio sistema para la visualización y optimización de los servicios gracias a los GPS instalados.
- *Transporte Urbano de Santander (TUS)*: dispone de GPS instalados en los vehículos (autobuses públicos) que permiten el geoposicionamiento de los vehículos y la alimentación del Sistema de Ayuda a la Explotación, el cual trata la información para la toma de decisiones desde el Centro de Control de los autobuses urbanos.
- *Aparcamiento en superficie*: los datos son generados por sensores ferromagnéticos y transmitidos hasta su almacenamiento, sin validación, en la plataforma Fi-Ware. Los datos permiten disponer de información en tiempo real a través de la aplicación SmartSantanderRA.
- *Aparcamiento subterráneo*: al igual que en el caso anterior, la información sobre plazas libres en cada aparcamiento está disponible en las app. correspondientes y en paneles luminosos dispuestos en distintos puntos de la ciudad.

- **TUSBIC:** el servicio municipal de alquiler de bicicletas es operado por JCDecaux. La información sobre la disponibilidad de bicicletas en cada estación, el número y la ubicación de las estaciones está disponible en tiempo real en las app. correspondientes. El almacenamiento de datos lo realiza la propia empresa, aunque existe una colaboración con la Universidad de Cantabria para su explotación y posterior toma de decisiones.
- **El pulso de la ciudad:** gracias a esta app., los propios ciudadanos generan datos sobre una incidencia a través de su *smartphone*. Mediante el sistema INCISIS que recibe estos datos, se genera un aviso a la concejalía correspondiente y al servicio responsable para la resolución de la incidencia.

3.4 Centro Integrado de Operación y Control (F)

El Centro Integrado de Operación y Control, o lo más aproximado a esto que tiene previsto la ciudad de Santander, se denomina Plataforma

Imagen 10. Ejemplos de visualización de la aplicación SmartSantander RA



Smart City de la ciudad de Santander, y su creación se está tramitando a través del “Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares que han regir en el procedimiento abierto para contratar los servicios informáticos de Plataforma Smart City de la ciudad de Santander en modo servicio y la puesta en marcha de la Oficina Técnica del Proyecto”. El presupuesto de esta plataforma y de su Oficina Técnica es de €2.238.660 para un periodo de cuatro años.

La propia denominación del contrato ya aporta algunas pistas sobre el modelo de centro integrado por el que apuesta la ciudad de Santander. En primer lugar, se contratan los servicios informáticos para integrar las distintas infraestructuras de captación, transmisión y gestión de los datos de los diferentes servicios urbanos, y para asesorar el desarrollo de estas infraestructuras en los sucesivos servicios a contratar.

Según menciona el propio contrato en referencia a su objeto, se busca que el resultado de los conocimientos, técnicas, programas y equipamientos aportados por el adjudicatario permita la captura y gestión de información heterogénea, procedente de los distintos servicios, y la puesta a disposición de servicios avanzados, tanto de información al ciudadano como de gestión para la toma de decisiones. La Oficina Técnica debe realizar las labores estratégicas, técnicas-tecnológicas y administrativas necesarias para el buen desarrollo y operatividad de la plataforma.

Los 14 servicios cuya integración en la plataforma se ha considerado prioritaria en el contrato y que constituirán el núcleo del proyecto son los siguientes:

- Gestión de residuos
- Bomberos y emergencias
- Ciclo integral del agua
- Servicio de transportes urbanos
- Alumbrado público
- Gestión del tráfico / semafórica

- Parques y jardines
- Servicios sociales
- Coordinación de obras en vía pública
- Servicio de empleo
- Servicios centrales técnicos
- Recursos humanos
- Policía local
- Gestión de aparcamientos

Para su integración total, primero se deben tener en cuenta los indicadores o medidores de rendimiento (KPI, por sus siglas en inglés) previstos para cada uno de los servicios en el Plan Estratégico Smart City de la ciudad de Santander. Después se debe definir un cuadro de mando para cada servicio, tal y como indica el pliego de prescripciones técnicas de la plataforma. Por último se definirá el cuadro de mando de la ciudad, donde estarán integrados e interactuarán todos los servicios.

Físicamente, los servicios técnicos para el funcionamiento de la plataforma estarán ubicados en un edificio municipal. El almacenamiento y tratamiento de datos se realizará a través de la nube (almacenamiento remoto, sin necesidad de servidores físicos en este edificio). Aún no se cuenta con detalles sobre la infraestructura de conectividad de esa ubicación ya que depende, en gran medida, de las ofertas técnicas realizadas por cada empresa en el concurso para la contratación de la Plataforma Smart City de la Ciudad de Santander.

3.5 Dispositivos de campo (A)

La variedad de dispositivos de campo instalados queda recogida en los siguientes cuadros, que responden a la clasificación expuesta con anterioridad (estáticos, dinámicos y participativos).

Cuadro 1. Clasificación general de los tipos de dispositivos estáticos instalados

| Tipo | Servicio | Tipo de sensores |
|------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Estáticos | Ambientales | <ul style="list-style-type: none"> • Temperatura. • Temperatura + CO. • Luminosidad + temperatura. • Ruido. |
| | Parques y jardines | <ul style="list-style-type: none"> • Humedad y temperatura ambiental. • Humedad y temperatura del suelo (para riego automatizado). • Velocidad y dirección del viento, precipitaciones, temperatura, humedad y presión. |
| | Tráfico | <ul style="list-style-type: none"> • Aparcamiento (presencia o no de vehículo en una plaza de aparcamiento). • Intensidad de tráfico (cantidad de vehículos en el último minuto, porcentaje de ocupación de cada carril, velocidad media y mediana de la velocidad). |
| | Seguridad ciudadana y control de tráfico | <ul style="list-style-type: none"> • Cámaras de circuito cerrado en túneles y recintos municipales. • Cámaras para el control de tráfico en exterior. • Cámaras IP con conexión inalámbrica. |
| | Gestión de agua | <ul style="list-style-type: none"> • Módulos de telelectura para facturación del consumo. • Sensores de calidad del agua (Ph y turbidez). • Sensores de presión (criterio básico en la gestión de este servicio). |
| | Recolección de residuos | <ul style="list-style-type: none"> • Sensores de nivel de llenado de los contenedores. |
| | TUSBIC (sistema de alquiler de bicicleta pública) | <ul style="list-style-type: none"> • Presencia o ausencia de unidades en cada puesto y punto de alquiler. |

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 2. Clasificación general de los tipos de dispositivos dinámicos instalados

| Tipo | Servicio | Tipo de sensores |
|------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Dinámicos | TUS (autobuses públicos) | <ul style="list-style-type: none"> • GPS para ubicación en tiempo real, tiempo de espera y distancia. • Sensores ambientales de CO, NO2, O3, temperatura, humedad y partículas. • Odómetro (distancias recorridas). |
| | Taxis | <ul style="list-style-type: none"> • GPS (taxis libres en cada parada). • Sensores ambientales de CO, partículas y humedad. • Odómetro. |
| | Recolección de residuos y limpieza viaria | <ul style="list-style-type: none"> • GPS. • Sensores ambientales de CO, NO2, O3, temperatura, humedad y partículas. • Odómetro. |
| | Parques y jardines | <ul style="list-style-type: none"> • GPS. • Sensores ambientales de CO, NO2, O3, temperatura, humedad y partículas. • Odómetro. |

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 3. Clasificación general de los tipos de dispositivos participativos

| Tipo | Servicio | Tipo de sensores |
|-----------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Participativos | App. El pulso de la ciudad. | <p>Cada evento reportado por un ciudadano^a cuenta con los siguientes datos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Título. • Tipo. • Descripción incidencia. • Imagen. • Día creación de la incidencia. • Día resolución final de incidencia. • Ubicación. |
| | Santander RA (realidad aumentada) | <p>El <i>smartphone</i> del ciudadano interactúa consultando y generando información sobre:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Puntos de interés en la ciudad (más de 3.000). • TUSBIC (sistema de bicicleta municipal). • Taxis. • Aparcamientos subterráneos. • Agenda cultural (Santander Aúna). • Autobuses urbanos. • Comercio (horarios, productos, ofertas, etc.). • Datos abiertos (open data). • Sensores SmartSantander. |

Fuente: Elaboración propia.

Nota: ^a Puede verse un ejemplo de pantalla con incidencia en apartado 2.6 de este documento. Las incidencias más comunes son: desperfectos en calles, calzadas, mobiliario urbano o tráfico (<http://www.elpulsodelaciudad.com/>).

A los dispositivos incluidos en los tres cuadros anteriores, se podrían agregar los códigos de respuesta rápida (QR, por sus siglas en inglés) y los *tags* de comunicación de campo cercano (NFC, por sus siglas en inglés) desplegados por la ciudad para el acceso a servicios y aplicaciones. Básicamente, y hasta el momento, se han instalado en paradas de autobús, para informar sobre las diferentes líneas y servicios, y en algunos comercios, para ofrecer información de horarios u ofertas. Además, de manera progresiva, se irán instalando en distintos puntos de interés de la ciudad.

3.6 Sistemas de comunicación (A)

Los sistemas de comunicación utilizados en la ciudad de Santander en relación con su proyecto de Smart City son heterogéneos al igual que los dispositivos instalados y los sistemas de gestión de datos. Las principales razones para que esto sea así son las siguientes:

- *Evolución del proyecto.* Al haber sido un proyecto pionero, iniciado en un momento en el que no existían experiencias de referencia, ha habido una continua incorporación de servicios a través de proyectos de investigación y de inclusión de criterios IoT (Internet de las cosas).
- *Diversidad de agentes.* Principalmente, los agentes implicados en el desarrollo de la experiencia Smart City de la ciudad son el Ayuntamiento de Santander, la Universidad de Cantabria y las empresas privadas. Cada uno de ellos desarrolla proyectos y servicios de manera conjunta con los demás, pero también impulsa sus propias iniciativas en este campo.

Sin duda, la puesta en marcha de la Plataforma Smart City de la ciudad de Santander resolverá los problemas derivados de esta

heterogeneidad. Hasta ese momento, se puede dividir la información acerca de los sistemas de comunicación en:

A. Servicios urbanos

La mayoría de los sensores instalados hasta ahora por las empresas operadoras de algunos servicios, como el abastecimiento de agua, utilizan *protocolos propietarios*. Esto significa que solo su fabricante o propietario conoce su manera de operar y que nadie puede desarrollar aplicaciones o desarrollos sin su permiso.

Por el contrario, existen ejemplos de servicios, como el de recolección de residuos, que utiliza el sistema ZIGBEE, que opera en la frecuencia inalámbrica de 2.4 Ghz y que trabaja bajo el estándar IEEE 802.15.4.

En el futuro, la Plataforma Smart City de la ciudad de Santander debe proveer interfaces para el envío de los datos generados desde/hacia los dispositivos o sistemas, tanto hardware como software, pertenecientes a los distintos servicios urbanos ofrecidos por la ciudad a través de cualquier tecnología de acceso, cableada o inalámbrica, basada en la pila de protocolos TCP/UDP/IP.

B. Smart Santander

Los sensores inalámbricos utilizados en el proyecto SmartSantander y sus posteriores ampliaciones utilizan el sistema Digimesh, en la frecuencia inalámbrica de 2.4 Ghz.

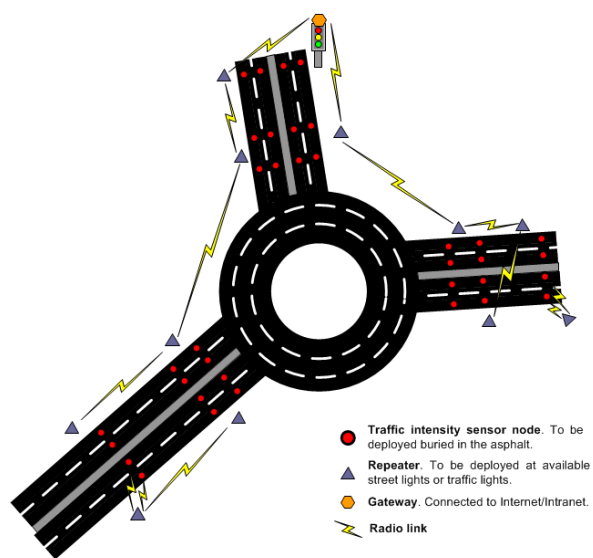
Los sensores móviles utilizan el sistema de servicio general de paquetes vía radio (GPRS, General Packet Radio Service). Este sistema, permite la transmisión de datos mediante su empaquetado.

Las puertas de entrada o *gateways* (aproximadamente unas 25 para el sistema del proyecto Smart Santander) reciben paquetes de datos que a su vez se envían para su almacenamiento en la plataforma Fi-Ware. Antes de almacenarse, estos datos no son

validados, por lo que es frecuente que se produzcan errores como la incorporación de datos fuera de rango. Los sistemas de comunicación que utilizan estas pasarelas son 3G y ETHERNET.

A continuación, se ofrecen ilustraciones de los sistemas de comunicación de dos de los servicios integrados en SmartSantander: control de intensidad de tráfico y datos ambientales (sensores móviles).

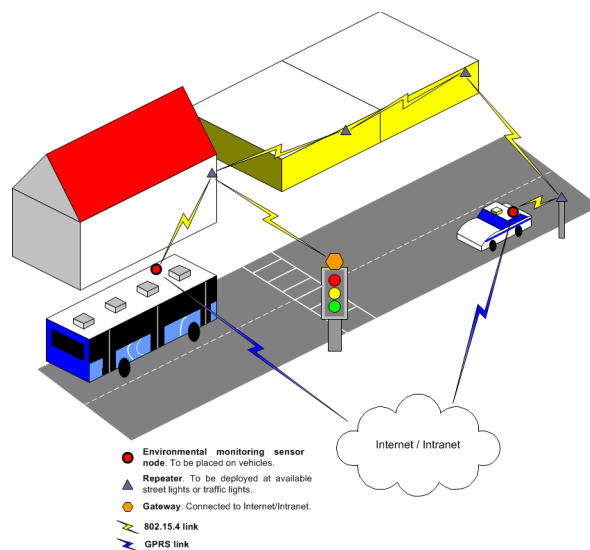
Imagen 11. Esquema de comunicaciones del sistema de control de intensidad de tráfico



Fuente: www.smartsantander.eu

En la imagen 11, se puede observar la interacción de tres tipos de dispositivo en el sistema de control de intensidad del tráfico: las espiras o sensores de intensidad de tráfico (detectan el paso de elementos metálicos gracias a su magnetismo), los repetidores, situados en postes de iluminación, y los puntos de enlace o *gateways*. Los primeros (sensores), se comunican por radio con los segundos y están alimentados por pequeñas baterías. Los repetidores permiten llevar la señal de los sensores hasta los puntos de enlace, también vía radio, desde donde son enviados a la plataforma de almacenamiento de datos.

Imagen 12. Esquema de comunicaciones del sistema de sensores ambientales móviles



Fuente: www.smartsantander.eu.

En la imagen 12, el esquema es similar al anterior, aunque con la diferencia de que los sensores se encuentran instalados en vehículos de servicios públicos, como los autobuses municipales, los taxis o los camiones de recolección de residuos urbanos y, por lo tanto, son móviles. En este caso, los sensores instalados se comunican vía radio con los repetidores ubicados por toda la ciudad a su paso por los mismos. De ahí se comunican a los puntos de enlace también vía radio, y finalmente a la plataforma de almacenamiento de datos, este último paso normalmente vía conexión Ethernet.

3.7 Subsistemas y funciones (A)

Todos los subsistemas han sido descritos en distintos apartados de este documento. Los datos e información de la gran mayoría de ellos pueden ser consultados directamente a través de la aplicación SmartSantanderRA y de la web <http://maps.smartsantander.eu/>.

Transporte y movilidad:

El subsistema de transporte y movilidad es uno de los que tiene más desarrollos y utilidades. Cuenta con datos e información sobre el sistema de alquiler de bicicleta municipal (TUSBIC), sobre disponibilidad de taxis en las distintas paradas, acerca de plazas de aparcamiento subterráneo y en superficie disponibles, información sobre el servicio de transporte urbano (TUS), y acerca del estado de congestión de las vías urbanas.

Seguridad ciudadana:

Como se ha comentado, existen diversas cámaras dispuestas tanto en edificios y recintos públicos como en calles y túneles de la ciudad. Toda esa información es gestionada por la Policía Municipal en su centro de control.

A través de la web del Ayuntamiento de Santander existe la posibilidad de conectarse a un reducido número de ellas. El resto de la información es confidencial.

Emergencias:

Se está trabajando en la actualidad para incorporar los servicios de bomberos y policía local a la plataforma Smart City de la ciudad de Santander. Actualmente, no existe ninguna herramienta que permita al ciudadano acceder a funciones de este subsistema.

Medio ambiente:

Las distintas herramientas de visualización disponibles para poder acceder a la información medioambiental de la ciudad permiten conocer, en tiempo real, información sobre temperatura, humedad, radiación solar, precipitaciones, viento, calidad del aire, ruido, humedad del suelo o presión atmosférica. Este subsistema está alimentado por los datos que generan los más de 20.000 dispositivos instalados en la ciudad.

Eficiencia energética:

Hasta ahora, no existe, propiamente, este subsistema. Se han instalado dispositivos para proyectos piloto de iluminación adaptativa que

permiten importantes ahorros al disminuir o aumentar la intensidad de las luminarias en función del paso o no de personas.

Acaba de publicarse el pliego de prescripciones técnicas para el contrato de iluminación viaria (casi 23.000 puntos de luz) que incluye la obligatoriedad de adaptarse a las necesidades del sistema Smart y a su integración en la plataforma de la ciudad.

Interacción con el ciudadano:

A través de la aplicación El pulso de la ciudad, se hace posible que el ciudadano no sea solo un mero receptor de información de utilidad, sino que tenga la posibilidad de generarla al reportar, en este caso, incidencias. Como ya se ha descrito, esta aplicación está conectada con el sistema de notificación y gestión de incidencias INCISIS de manera que las incidencias llegan directamente, vía correo electrónico, al servicio municipal correspondiente.

3.8 Generación de conocimiento (A + F)

En el ámbito de las ciudades inteligentes, la generación de conocimiento e inteligencia suele entenderse en relación con esa especie de “plusvalía” que se produce para la gestión de una ciudad cuando se cruzan datos de distintos servicios municipales. En ese sentido, la mucha o poca inteligencia que ha generado el proyecto de Santander hasta ahora ha venido dada básicamente por el desarrollo de proyectos piloto y de aplicaciones y la participación en proyectos europeos.

En relación con lo anterior, la puesta en marcha de la Plataforma Smart City de la ciudad de Santander va a suponer una explosión en la capacidad de generar conocimiento e inteligencia en el sistema urbano. Además, va a permitir otros enfoques de utilidad de la plataforma. En calidad de plataforma para el desarrollo del Internet de las cosas implantada por toda la ciudad, la

infraestructura de Santander permite hoy dar servicio no solo al ciudadano sino también a la comunidad académica, que puede experimentar arquitecturas, protocolos y aplicaciones.

El hecho de ser una ciudad universitaria, con presencia de algunas de las especialidades más relacionadas con los proyectos de ciudad inteligente, y de disponer de un parque científico y tecnológico que alberga un buen número de empresas del sector de la innovación y las comunicaciones pueden ser factores muy positivos en la propia generación de conocimiento e inteligencia, el aprovechamiento de los datos e información generados y en el liderazgo de Santander en este campo.

Todo ello se ve favorecido, en gran medida, por la dualidad del despliegue asociado a SmartSantander, que prevé tanto la prestación de servicios a ciudadanos y gestores como la posibilidad de experimentar. Para ello, muchos de los dispositivos instalados cuentan con dos módulos de radio, uno para servicio y otro para experimentación. Para este último fin, todos los datos obtenidos son almacenados en la plataforma FI-Ware.

En relación con la generación de conocimiento en el entorno del proyecto SmartSantander, es muy destacable la llamada a, por lo menos, dos convocatorias abiertas (*open calls*) para proyectos de experimentación e innovación. La primera estuvo dotada con €200.000 de presupuesto y se recibieron 47 propuestas, el 50% de ellas procedentes de la industria y orientadas a la prestación de servicios. La segunda llamada, tuvo un presupuesto de más de €700.000 y se recibieron 31 propuestas procedentes de seis países.

4. Estructura organizativa

Dada la situación actual de transición del proyecto Smart City de Santander entre una estructura de servicios independientes, sin interconexión, y una estructura unificada a través de la Plataforma Smart City de la ciudad de Santander, se intentará describir la organización de ambos escenarios.

4.1 Gobernanza

En lo que respecta a la gobernanza en el ámbito exclusivo del proyecto de Smart City de la ciudad de Santander y a la propia integración de las tecnologías en la vida de los ciudadanos, se deben hacer algunas aclaraciones:

- Habitualmente, en los proyectos en los que participa el Ayuntamiento de Santander, la adhesión la hace directamente el propio ayuntamiento y no una de sus concejalías ni departamentos. Desde la propia alcaldía se encomienda la participación de uno u otro departamento; en el caso de los relacionados con el proyecto Smart, se trata de la Dirección General de Innovación, que depende directamente del alcalde (no de una concejalía) y dispone de un presupuesto anual de €5,5 millones incluido el personal y todo el servicio de informática del ayuntamiento.
- Como elemento de referencia, el Ayuntamiento de Santander ha dividido las áreas de gestión municipales en 12 concejalías:
 - Infraestructuras, Urbanismo y Vivienda.
 - Medio Ambiente, Movilidad Sostenible y Servicios Técnicos.
 - Autonomía Personal.

- Barrios, Participación Ciudadana, Dinamización Social, Inmigración, Cooperación al Desarrollo y Servicios Generales.
 - Cultura, Educación y Juventud.
 - Deportes.
 - Familia y Servicios Sociales.
 - Personal y Protección Ciudadana.
 - Turismo y Relaciones Institucionales.
 - Comercio y Mercados.
 - Economía, Hacienda, Contratación y Patrimonio, Transparencia.
 - Empleo, Desarrollo Empresarial y Servicios Técnicos.
- En el caso de SmartSantander y en el de los otros 15 proyectos de innovación en los que participa la ciudad, la relación entre los distintos socios de un proyecto se formaliza a través de documentos de compromiso y adhesión a un proyecto concreto. En cada proyecto suele haber un líder, que es quien normalmente recibe los fondos de la Unión Europea y los va asignando a cada socio (mediante transferencia) para el desarrollo de las tareas asignadas en el proyecto aprobado. En el caso de SmartSantander, este rol lo desempeñó la empresa Telefónica I+D.
 - Existen distintos actores involucrados en el proyecto de ciudad inteligente, y diferentes iniciativas para la coordinación y relación con ellos. En el caso de los ciudadanos, se han dispuesto diferentes medios para su implicación en el proyecto. Los más relevantes pueden ser los diversos cursos (informática, Internet, nuevas tecnologías) de distintos niveles, que se ofrecen a la ciudadanía en los Centros Cívicos Municipales o las visitas al Centro de Demostraciones Smart Santander, que está operativo gracias a

un acuerdo entre Telefónica y el Ayuntamiento de Santander (uno lo dota de personal y contenidos, y el otro aporta el espacio donde está instalado). También, a través de las distintas aplicaciones y páginas web disponibles el ciudadano puede realizar sus aportaciones de manera pública y anónima, y a través de las asociaciones (principalmente Asociaciones de Vecinos) participan en distintos órganos de consulta.

- Por su parte, las empresas participan a través de reuniones sectoriales de innovación que son convocadas al menos una o dos veces al año, y a través de la contribución activa en proyectos de investigación y desarrollo (I+D) como socios. Las adjudicatarias de servicios municipales externalizados intervienen mediante la integración de las tecnologías solicitadas en los pliegos de prescripciones técnicas, claramente tendientes a su integración en el modelo Smart de la ciudad desde 2013.

En conclusión, en lo que respecta a este proyecto la gobernanza es una vía de doble sentido. El ciudadano, necesario centro de atención del modelo Smart de la ciudad, puede actuar tanto de beneficiario de la información generada, como de generador de información y de ideas que vayan guiando la evolución del mismo (respondiendo, por ejemplo, a las preguntas ¿cuáles son mis necesidades?, o ¿qué espero yo del modelo Smart de mi ciudad?).

4.2 Recursos humanos

En este apartado se debe diferenciar entre la situación actual y la generada una vez puesta en marcha la Plataforma Smart City de Santander. En la *situación actual*, el núcleo del personal asociado al proyecto de Santander se encuentra en la Dirección General de Innovación del ayuntamiento, siendo la

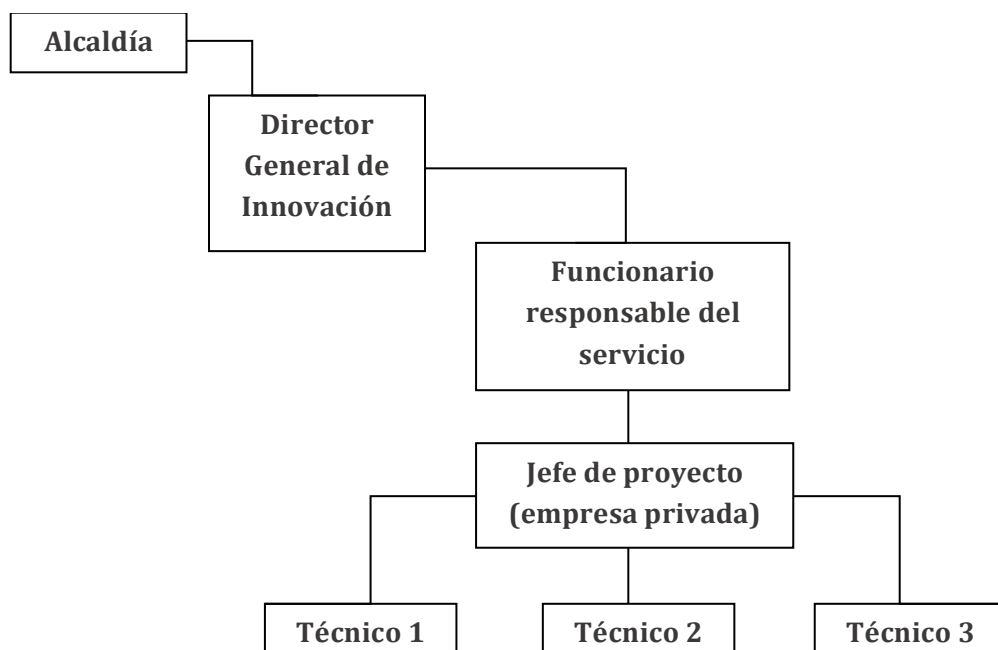
Universidad de Cantabria (UC) un apoyo indiscutible para la innovación y la formulación de proyectos europeos e internacionales. A modo de referencia, la Dirección General de Innovación dispone de una plantilla de 16 personas bajo la Unidad de Informática y Comunicaciones. Entre ellos, programadores de sistemas, gestores de sistemas, jefes de servicio y personal administrativo (http://portal.ayto-santander.es/portal/page/portal/inet_santander/%5Bhtdocs%5D/pdf_contenidos_diversos/RPT_2013.pdf). De ellos, aproximadamente cuatro son las personas con mayor dedicación al proyecto Smart.

Por parte de la Universidad, están más directamente implicados, aunque no de manera exclusiva, el Grupo de Ingeniería Telemática dirigido por el profesor D. Luis Muñoz, el Grupo de Investigación de Sistemas de Transporte, dirigido por el profesor D. Ángel Ibeas y, más recientemente, el Grupo de Planificación y Gestión Urbana Sostenible dirigido por el profesor D. José Luis Gil. En total, estos tres grupos disponen de una

plantilla de más de 45 personas aunque una pequeña parte de ellos están directamente vinculados, a tiempo completo, con el proyecto Smart City de Santander. El resto trabaja en proyectos de investigación relacionados pero que pueden o no reportar beneficios directos a la ciudad de Santander. Por poner un ejemplo, durante el desarrollo del proyecto SmartSantander, germen de la experiencia, hubo solo cinco personas dedicadas en exclusiva al proyecto por parte del Grupo de Ingeniería Telemática.

Por su parte, las empresas presentan distintas situaciones en lo que se refiere a recursos humanos. Algunas, como la adjudicataria del servicio de recolección de residuos (la UTE ASCAN-GEASER), han tenido que integrar en su plantilla personal especializado en telecomunicaciones para poder cumplir las exigencias del contrato en materia de integración de tecnologías IoT. En este caso, también han tenido que contratar los servicios de terceras empresas para cumplir dichas exigencias. Otras, como FCC Aqualia o Ferrovial, han optado por establecer convenios

Gráfico 4. Organización del personal asociado al proyecto Smart de Santander



de colaboración con la Universidad de Cantabria para investigar y asesorarse.

En diciembre de 2015 se producirán algunos cambios con respecto a lo anterior. Habrá que añadir las cuatro personas previstas en el pliego de contratación para la Oficina Técnica del proyecto. Además, en el propio ayuntamiento se deberán consolidar las tareas y estructura del personal adscrito a este servicio, de manera que puedan llevar a cabo el seguimiento del contrato y la dirección de los trabajos.

4.3 Control de la información, propiedad e intercambio entre distintos servicios

Para profundizar en este aspecto, conviene diferenciar entre información y datos. Los datos, para expresarlo de manera clara, son la materia prima para la gestión. Pueden ser generados de distintas maneras, pero en el presente caso y en relación con el modelo de Smart City de Santander, la mayoría de los que interesan son generados por sensores. Como ya se dijo anteriormente, estos sensores pueden ser estáticos, dinámicos o participativos.

En el esquema actual, los responsables de cada servicio, sean empresas prestadoras de servicios o el propio ayuntamiento, reciben esos datos y, a partir de ellos deben generar información útil para la gestión y la generación de conocimiento.

En el caso de las empresas prestadoras de servicios, lo habitual es que reciban los datos y elaboren informes para entregar a la concejalía correspondiente. Su periodicidad es variable, desde reportes diarios hasta memorias anuales. En el nuevo modelo, que será implantado durante los próximos meses, todos los datos y toda la información generada estarán concentrados en un solo centro de control, opción que permite un mayor control y rendimiento al propio ayuntamiento.

La propiedad de los datos es, en general, del Ayuntamiento de Santander, aunque también existen casos concretos en los que por distintas razones, las empresas prestadoras de servicios no tienen obligación de ceder sus datos o lo hacen solo para usos concretos y puntuales, como la alimentación de la información de aplicaciones. Este es el caso de los taxis o de los aparcamientos subterráneos de la ciudad, quienes ceden la información para poder actualizar las distintas aplicaciones.

A día de hoy, por ejemplo, toda la información generada se está almacenando en la plataforma Fi-Ware (<https://www.fiware.org/>), donde los usuarios del Filab, un ecosistema para la experimentación de emprendedores y personas,¹⁷ pueden hacer uso de la misma para desarrollar nuevos servicios y aplicaciones.

A lo largo de 2016, toda la información generada será enviada a la plataforma de la ciudad y el propio ayuntamiento decidirá los distintos perfiles de acceso, sus usos potenciales, o la disponibilidad o no de las series de datos en el espacio de datos abiertos de la ciudad.

4.4 Presupuesto y coste del sistema

Para este apartado solo se puede aportar información sobre la futura Plataforma Smart City de la ciudad de Santander ya que en el esquema actual los costes están distribuidos entre multitud de conceptos y departamentos. Sin contar toda la infraestructura ya instalada (unos €90.000 al año de mantenimiento y garantías para los dispositivos del proyecto SmartSantander), y los futuros dispositivos a integrar a través de los sucesivos contratos para la prestación de servicios públicos, los principales costes para el funcionamiento de la

¹⁷ Para más información, visítese: <https://www.fiware.org/lab/>

plataforma de la ciudad, y para un periodo de cuatro años son los que figuran en el cuadro 4.

Cuadro 4. Principales costes para el funcionamiento de la plataforma

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Prestación 1. Plataforma software Santander Smart City. | €189.728 anuales (IVA incluido) Total contrato: €758.912 |
| Prestación 2. Oficina Técnica y mantenimiento de la plataforma software Santander Smart City. | €369.937 anuales (IVA incluido) Total contrato: €1.479.748 |
| TOTAL del contrato, con IVA y para cuatro años | €2.238.660,00 |

4.5 Otra información útil

El papel de la colaboración público-privada en el desarrollo de la experiencia Smart City de la ciudad de Santander es muy importante. Por ese motivo, se considera que una breve relación de estas colaboraciones puede ser de gran utilidad.

- Acuerdo entre el Ayuntamiento de Santander y **Telefónica** para la elaboración del Plan Director de Innovación municipal y la puesta en marcha del Centro de Demostraciones y Emprendimiento Santander Smart City.
- Acuerdo entre el Ayuntamiento de Santander, **FERROVIAL** y la Universidad de Cantabria para la creación y funcionamiento del Centro de Investigación de Ciudades Inteligentes (CICIS).
- Acuerdo entre el Ayuntamiento de Santander y la empresa tecnológica **NEC** para el desarrollo de un primer modelo de “cerebro” de la ciudad que permita el control integrado de los servicios urbanos.
- Acuerdo entre el Ayuntamiento de Santander, el **Banco de Santander (ISBAN)** y la empresa **IBM** para la

creación del portal Santander City Brain que permite a los ciudadanos hacer propuestas para la gestión de la ciudad.

- Acuerdo entre el Ayuntamiento de Santander, el **Gobierno de Cantabria** y el Banco de Santander para la implantación del pago sin contacto en infraestructuras y sistemas de transporte, comercio y turismo.
- Acuerdo entre el Ayuntamiento de Santander y **Microsoft** para el acceso a buenas prácticas en el sector y para la provisión de herramientas tecnológicas a emprendedores locales.

Por parte del Ayuntamiento, el departamento encargado de la gestión de todos los acuerdos citados ha sido la Dirección General de Innovación. Su contribución al desarrollo de un marco legal apropiado para este tipo de proyectos, colaborando con la Intervención Municipal, está siendo esencial dadas las dificultades de introducir “novedades” en los contratos de los servicios tradicionales. Evidentemente, introducir las TIC en servicios como la recolección de residuos sólidos urbanos, es considerado una novedad por los servicios jurídico-financieros

5. Monitorización y control

Como se ha podido comprobar a lo largo de todo este estudio de caso de la ciudad de Santander, existe un alto grado de monitorización en la mayoría de los servicios urbanos básicos. El reto actual reside en dar el salto desde muchos servicios bien monitorizados pero sin apenas relación e intercambio de información entre ellos, hacia una plataforma única que integre todos los servicios y genere inteligencia con su interrelación.

5.1 Beneficios por sectores

La mayoría de beneficios aportados por el desarrollo del proyecto Smart City de la ciudad de Santander hasta ahora se han orientado a la mejora de la información y de la calidad de vida de los ciudadanos. Siguiendo la estructura de sistemas propuesta por la dirección de los trabajos en relación con este estudio de caso, los principales beneficios quedan incluidos en el gráfico 5.

Gráfico 5. Beneficios del proyecto Smart City por sectores



5.2 Métodos cuantitativos y cualitativos de evaluación de beneficios

El Plan Estratégico Smart City establece una serie de KPI o indicadores para la ciudad y la evaluación de cada uno de los sistemas instalados en ella basándose tanto en los del Plan Estratégicos de Santander como en los de la norma ISO 37120 (de medición del desarrollo de las ciudades).

En concreto, el Plan Estratégico Smart City de Santander establece un total de 322 indicadores estructurados en tres ejes estratégicos: Gobernanza, economía y empleo, Desarrollo sostenible e infraestructuras, y Calidad de vida.

El cuadro 5 resume estos indicadores de manera ordenada:

Cuadro 5. Indicadores del Plan Estratégico Smart City

| Eje Estratégico | Objetivo Estratégico | Nº Total de indicadores | Ejemplos de indicadores propuestos |
|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Gobernanza, economía y empleo. | Santander City Lab. | 43 | <ul style="list-style-type: none"> Nº de patentes por cada 1000 habitantes por año. Nº empresas dedicadas a I+D+I. |
| | Gestión inteligente de los servicios públicos. | 3 | <ul style="list-style-type: none"> Deuda sobre ingresos propios. Activos fijos sobre el Gasto total consolidado. |
| | Gobierno abierto y participativo. | 37 | <ul style="list-style-type: none"> Nº de asociaciones. Inversión municipal en presupuesto participativo. |
| Desarrollo sostenible e infraestructuras. | Gestión inteligente de la infraestructura urbana. | 65 | <ul style="list-style-type: none"> Porcentaje de hogares con acceso a NTIC. Nº de servicios públicos disponibles en línea. |
| | Sostenibilidad urbana. | 74 | <ul style="list-style-type: none"> Toneladas de residuos sólidos urbanos recogidos por habitante y año. Litros de agua consumidos por habitante y día. |
| | Eficiencia energética. | 15 | <ul style="list-style-type: none"> Potencia fotovoltaica instalada por cada 10.000 habitantes. Consumo de electricidad en alumbrado público. |
| Calidad de vida. | Smart destination. | 32 | <ul style="list-style-type: none"> Nº turistas por cada 1000 habitantes. Gasto diario por turista. |
| | Orientación ciudadana de los servicios. | 53 | <ul style="list-style-type: none"> Gasto municipal en políticas sociales. Tiempo de respuesta de los servicios de emergencias. |

Fuente: http://portal.ayto-santander.es/portal/page/portal/inet_santander/%5Bhtdocs%5D/pdf_contenidos_diversos/2.%20Plan%20Estrategico_Sant_Smart_City.pdf

Hasta ahora es posible una evaluación cuantitativa en aspectos como el consumo de agua para el riego de parques y jardines (efecto ahorro de la implantación de sensores de humedad), el consumo energético del alumbrado público (efecto ahorro de sensores de presencia e iluminación adaptativa durante la noche), o el coste de operación de ciertos servicios (reducciones en gasto de combustible o posibilidad de evitar desplazamientos físicos para la resolución de algunos problemas.). Sin embargo, dado que muchos de estos aspectos se han probado a través de proyectos piloto, sus beneficios aún no han sido escalados para toda la ciudad (aunque sí se van introduciendo las TIC en los diferentes contratos gracias al conocimiento obtenido) ni se han publicado aún estimaciones de estos ahorros.

Cualitativamente, los beneficios se evalúan a través de la valoración de los distintos servicios por parte de los usuarios (encuestas o intensidad en el uso de herramientas disponibles).

5.3 Grado de integración y sinergias

Desde el punto de vista de la gestión urbana transversal, la experiencia de Santander no cuenta aún con un alto grado de integración. De nuevo, la puesta en funcionamiento de la Plataforma Smart City permitirá solucionar esta deficiencia cuya solución es fruto de más de cinco años de experiencia como Smart City.

Como único contrato ya adjudicado en el que se integra el uso de las TIC como una obligación en la prestación de un servicio municipal, el contrato de recolección de residuos urbanos y limpieza viaria prevé algunos aspectos como:

- Hardware, software e integraciones necesarias para el desarrollo de los trabajos en las condiciones descritas en el pliego de contratación.

- Instalación, coste, configuración y mantenimiento de líneas de comunicación necesarias para integrar este servicio en los sistemas remotos del ayuntamiento.
- Los equipos informáticos adquiridos para el desarrollo de los trabajos deben guardar homogeneidad, tanto en el hardware como en el software, con los disponibles en el ayuntamiento de manera que sea posible la total compatibilidad entre ellos.
- El adjudicatario asume la tarea de capturar datos, y debe asegurar la interoperabilidad con el resto de sistemas de la ciudad así como el intercambio de datos e información.
- La empresa adjudicataria deberá asumir el coste de la conexión y utilización del repositorio de datos que necesita para cumplir con los objetivos del contrato; el coste de este concepto se cifra en un máximo de €150.000 al año.

En todo caso, una de las sinergias más representativas de las posibles que plantea una Smart City se ha dado entre el control del ruido urbano, la gestión de emergencias y el control semafórico. En el proyecto EAR-IT, se ha comprobado la posibilidad de detectar sonidos de los vehículos de emergencias (bomberos, policía y ambulancias) a través de los sensores instalados y modificar los patrones de control semafórico para favorecer el paso de los mismos hasta su lugar de destino.

5.4 Expectativas de las partes interesadas

Basándonos en las entrevistas realizadas¹⁸ y en la información recopilada durante la fase de

¹⁸ Véase el punto 2 del anexo B.

documentación y análisis, las principales expectativas de los distintos agentes son las siguientes:

Ayuntamiento de Santander

Conseguir la integración total de las TIC en todos los servicios públicos que sea posible, y lograr la integración de todos estos servicios en un cuadro de mando único de la ciudad, que permita mejorar la calidad de vida de los ciudadanos y mejorar los servicios haciéndolos, por ejemplo, más baratos y eficientes. Como consecuencia de lo anterior, el ayuntamiento de Santander espera seguir siendo una referencia internacional en el ámbito de las ciudades inteligentes, al fomentar la implantación de nuevas empresas intensivas en conocimiento, la consolidación de las ya existentes y su impacto positivo sobre el empleo de alta cualificación, y la competitividad de la ciudad y de sus ciudadanos.

Empresas tecnológicas locales o instaladas en la ciudad

Este tipo de empresas tienen dos tipos de expectativas. Una, claramente, es que el prestigio de Santander en este campo pueda redundar en un mejor posicionamiento de sus empresas en los mercados nacionales e internacionales. Puede decirse que el entorno innovador que genera el proyecto de ciudad inteligente puede aportar una especie de sello de calidad.

Su otra expectativa es que la ciudad y las posibilidades de experimentación y explotación de datos permitan mejoras de sus productos y servicios o el desarrollo de otros nuevos.

Empresas prestadoras de servicios urbanos

Básicamente, este tipo de empresas buscan tres objetivos:

- Que la incorporación de TIC, que inicialmente supone una inversión muchas veces ajena a su actividad

habitual, redunde en la reducción de los costes de operación del servicio que prestan.

- Que el plus que supone la integración de TIC para la prestación de servicios gestionados de manera “tradicional” aporte mayor competitividad a su empresa mejorando sus posibilidades de ganar concursos en otras ciudades.
- Mejorar la percepción de la calidad del servicio prestado de cara al usuario, es decir, mejorar su imagen y la satisfacción del usuario gracias a los recursos puestos a disposición del ciudadano.

Ciudadanía

La ciudadanía espera, como una expectativa básica, que todos los desarrollos generados en relación con el proyecto de ciudad inteligente les permitan mejorar su calidad de vida. También, puede destacarse el interés de los ciudadanos en no perder su privacidad a través de la información que pueden generar mediante sus *smartphones*, herramienta clave para el aprovechamiento de las utilidades disponibles.

Igualmente, las expectativas se dirigen a un aumento de la transparencia en la gestión pública y a la mejora de los niveles de participación ciudadana.

Por último, y como consecuencia lógica de la coyuntura socioeconómica actual del país, el ciudadano espera que la incorporación de las TIC en los servicios públicos no se realice a costa de un aumento en los impuestos.

6. Lecciones aprendidas

¿Por qué Santander?

- La infraestructura, la experiencia y la planificación realizada en el caso de Santander está permitiendo **transformar un modo de gestión** de la ciudad reactivo en uno predictivo. Eso debe generar ahorros en la gestión de los servicios públicos y permitir una mejor adaptación a los cambios (resiliencia urbana).
- El reducido tamaño de la ciudad (176.000 habitantes) y el amplio despliegue de TIC hacen de Santander una **escala ideal** para la experimentación y para un desarrollo integral del modelo de ciudad inteligente.
- La planificación estratégica de la ciudad y del propio modelo de ciudad inteligente realizada ha sido un elemento clave para el éxito del proyecto.
- El carácter universitario de una ciudad es un indiscutible facilitador para el desarrollo de una verdadera Smart City. La generación y aplicación práctica del conocimiento e investigación producen un ecosistema muy favorable para ello.
- Uno de los aspectos más interesantes de la experiencia es la posibilidad de **gestionar** gráficamente las infraestructuras y de disponer de información actualizada y referenciada geográficamente sobre los diferentes servicios. Hoy en día una ciudad no “conectada” es una ciudad poco competitiva.

La relación con la ciudadanía

- Uno de los aspectos menos desarrollados de esta experiencia es la difusión y la **pedagogía** necesaria para que la ciudadanía comprenda la trascendencia del proyecto de ciudad inteligente de la ciudad.
- El fin no son los dispositivos, sino **los servicios** que permiten prestar a los ciudadanos y a los gestores municipales.

La relación entre el sector público y el privado

- Es imprescindible una estrecha **colaboración** entre los sectores **público y privado** para poder llevar a cabo un proyecto de ciudad inteligente.
- Es esencial el **apoyo a las empresas del sector** y el fomento de su implantación en la ciudad, por ejemplo a través de exenciones en el pago del 60% del Impuesto de Bienes Inmuebles (IBI) a aquellas empresas tecnológicas que creen empleo en la ciudad.

La evolución

- En los nuevos desarrollos urbanos de Santander, actualmente la integración de las TIC se considera tan básica como los sistemas de abastecimiento de agua o los viales.
- El liderazgo de Santander como Smart City está permitiendo modificar su vocación como ciudad, pasando de ser una ciudad de servicios locales y regionales a ser una ciudad de servicios globales, todo gracias a su apuesta por la innovación.

Además de las conclusiones expuestas, en el cuadro 6 se recogen las principales conclusiones obtenidas de las entrevistas que se han mantenido con distintos agentes, públicos y privados, que han tomado parte de este proyecto.

Cuadro 6. Percepción de agentes entrevistados

| Visión subjetiva de agentes implicados respecto del proyecto de Smart City de Santander | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fortalezas | <ul style="list-style-type: none"> • Nace a partir de un proyecto de investigación y desarrollo pionero (con fondos procedentes de la UE). • Cubre todos los estratos relativos al paradigma de ciudad inteligente, desde el despliegue de tecnología para la mejora de los servicios urbanos hasta la concepción de servicios avanzados con objeto de mejorar la calidad de vida de los ciudadanos. • Es un laboratorio vivo abierto a la comunidad científica, la industria y los ciudadanos. • Carácter holístico, con integración de distintos actores, que ha permitido consolidar el ecosistema de la ciudad. • Cooperación entre Ayuntamiento y universidad. • Haber hecho de este proyecto de Smart City un elemento estratégico de la ciudad. |
| Debilidades | <ul style="list-style-type: none"> • Relativa ausencia de una empresa del ámbito tecnológico ligada y/o respaldando el proyecto de Santander ciudad inteligente (hay opiniones que indican la idoneidad de que una Smart City se vincule con una gran empresa y no con varias como Santander. De alguna forma se trata de servir de escaparate de esa empresa). • Limitada involucración del ciudadano a pesar de los esfuerzos realizados. • Ausencia de un marco de estandarización y regulación claro que posibilite la reducción de costes derivados de integrar las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en los servicios urbanos. • Ausencia de un marco jurídico y legal sintonizado a las condiciones y posibilidades actuales (el marco jurídico evoluciona de manera mucho más lenta que la tecnología y eso produce desajustes). |
| Futuro deseado | <ul style="list-style-type: none"> • Existencia de una hoja de ruta con acciones y proyectos para un cambio en el modelo de gestión de la ciudad. • Adopción generalizada de las TIC en los servicios urbanos. • Ciudadano participativo absolutamente involucrado en el fenómeno de la ciudad inteligente y que no solo “consume” servicios sino que los concibe, propone, diseña y valida. • Santander convertida en un polo de excelencia en relación con las tecnologías de Internet de las cosas conectadas y servicios soportados. |
| Futuro temido | <ul style="list-style-type: none"> • Falta de comunicación con el ciudadano. • No ser capaces de conseguir un cambio de modelo eficiente. • Haber tecnificado la ciudad sin excesiva repercusión a nivel de ciudadano, más allá del simple uso de aplicaciones en el móvil o similares. • Incapacidad de haber atraído y asentado tejido industrial ligado a la cadena de valor del paradigma de ciudad inteligente. |

Fuente: Elaboración propia.

7. Conclusiones

Definitivamente, el proyecto Smart City de la ciudad de Santander ha contribuido a aumentar su competitividad y está permitiendo reorientar su vocación como ciudad hacia los servicios globales. Es evidente que este proyecto es uno de los factores que han dado lugar a que una pequeña ciudad de 176.000 habitantes tenga un impacto y una relevancia mucho mayor de lo que le corresponde por su tamaño.

A lo largo de todo el proceso, desde el año 2009 hasta la actualidad, la cooperación entre el Ayuntamiento de Santander, la Universidad de Cantabria y el sector privado ha sido una de las piezas clave que han permitido el éxito del proyecto. En este sentido, el liderazgo político, la intensa actividad investigadora y la capacidad inversora del sector privado han sido definitivos. Las fórmulas de colaboración público-privada han sido y están siendo muy variadas, ya que abarcan desde los consorcios público-privados para presentar proyectos para su financiación por la UE hasta convenios de colaboración, o la introducción de cláusulas para la investigación en contratos públicos (un porcentaje del contrato se debe destinar a colaboración en I+D con la universidad pública). El Ayuntamiento quiere mejorar sus servicios con proyectos cada vez más Smart pero no dispone de capacidad económica suficiente para hacerlo. Por su parte, las empresas disponen de recursos económicos pero quieren reducir sus incertidumbres a la hora de invertir, por lo que los contratos de colaboración público-privada son una buena fórmula para ello debido a los plazos más largos (se está pasando de contratos de cinco años a contratos de 10, 15 o 20 años). La universidad dispone de personal muy cualificado pero no de la suficiente financiación como para retener talento en sus grupos de I+D, por lo que este tipo de colaboración permite su estabilidad y la opción de generar conocimiento.

Más allá de los detalles avanzados sobre la tecnología instalada, y su manera de funcionar, lo que ha determinado el rumbo de este proyecto ha sido la firme decisión de integrar las TIC en los distintos servicios urbanos. Esto se evidencia con el contrato para el desarrollo de la Plataforma Smart City de la ciudad de Santander y también con la introducción de exigencias al respecto en cada uno de los nuevos contratos que salen a licitación.

Teniendo en cuenta que, como se ha mencionado en el documento, Santander se encuentra actualmente en un momento de transición hacia una plataforma integrada de ciudad que permita la visión de conjunto y la generación de inteligencia, el mayor reto de la ciudad en este momento es precisamente ese: que la transición se haga con éxito. Para ello juega un papel fundamental el aprendizaje acumulado en los últimos cinco años.

Anexo A.

Especificaciones técnicas avanzadas

1. Centro Integrado de Operación y Control. Plataforma Smart City de la ciudad de Santander

Las especificaciones técnicas de la Plataforma Smart City de la ciudad de Santander están disponibles en el Pliego de Prescripciones Técnicas para su contratación (Anexo C).

2. Dispositivos de campo y sistemas de comunicación

El sistema que más se repite, en cuanto a los dispositivos estáticos, es el que comparten los sistemas de control del aparcamiento en superficie, la monitorización ambiental en parques y la gestión del riego en parques y jardines.

Estos tres casos de uso presentan la misma tecnología HW (hardware) para el despliegue e implementación de una arquitectura específica SW (software) con el fin de gestionar la dualidad servicio-experimentación, así como la gestión de redes de manera simultánea. En este caso, se trata de una arquitectura en tres niveles:

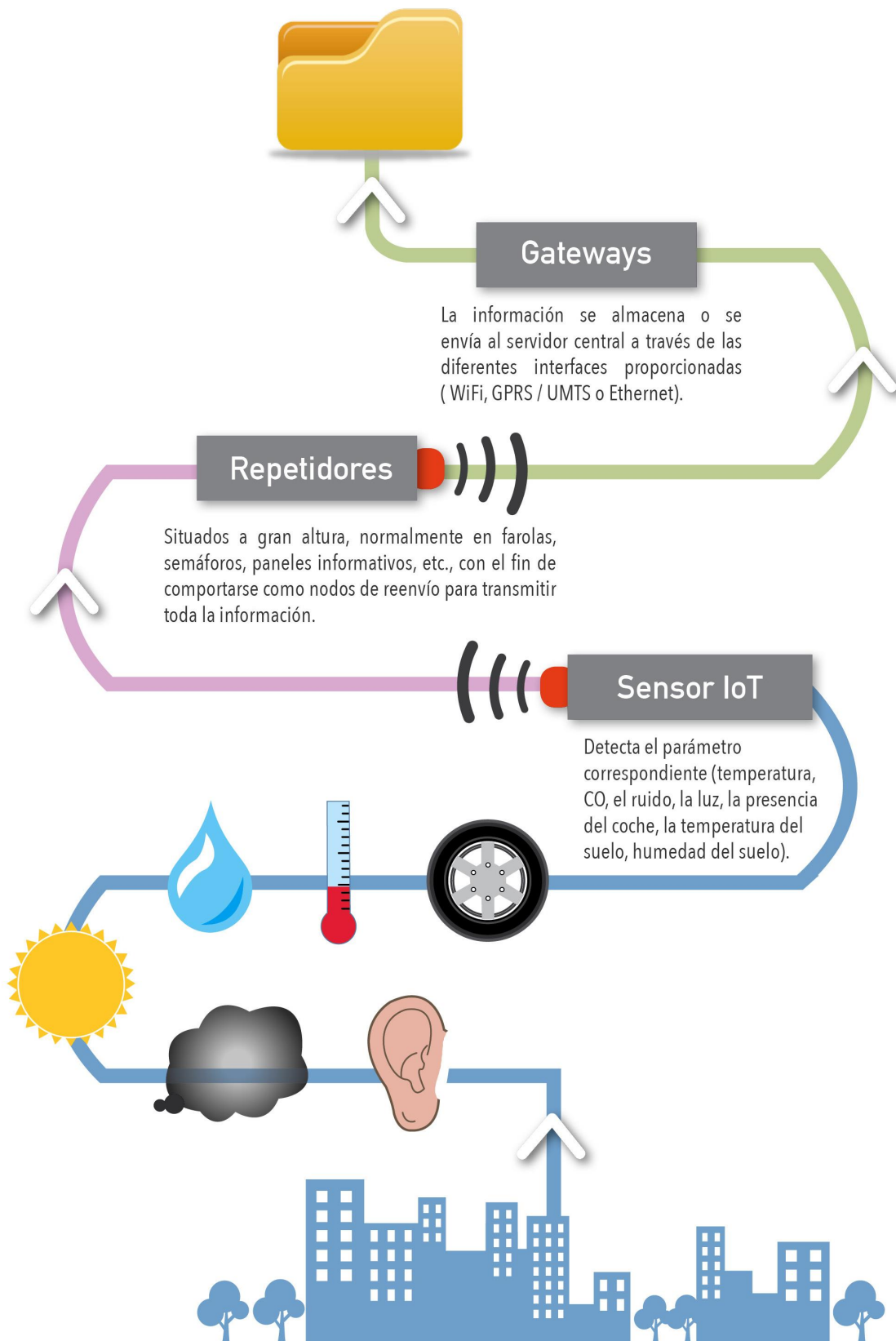
i. Sensor IoT: se encarga de detectar el parámetro correspondiente (temperatura, CO, ruido, luz, presencia del coche, temperatura del suelo, humedad del suelo). La mayoría de ellos deben ser alimentados con baterías ante la imposibilidad de estar conectados por cable a una fuente de alimentación (excepto los instalados en farolas).

ii. Repetidores: estos nodos están situados a gran altura, normalmente en farolas, semáforos, paneles informativos, etc., con el fin de comportarse como nodos de reenvío para transmitir toda la información asociada a los diferentes parámetros medidos. La comunicación entre los repetidores y los

sensores se realiza vía radio a través del protocolo 802.15.4.

iii. Gateways: ambos sensores y repetidores, están configurados para enviar toda la información (a través del protocolo 802.15.4), para la experimentación, el servicio y la conexión con los gateways. Una vez que la información es recibida, puede almacenarla en una base de datos de un servidor web al que se accede directamente desde Internet, o enviarla a otra máquina (servidor central) a través de las diferentes interfaces proporcionadas (WiFi, GPRS / UMTS o Ethernet).

Gráfico A1. Resumen de los tipos de dispositivos de campo instalados y de los sistemas de comunicación



Anexo B. Bibliografía

1. Fuentes de información

Páginas web:

Ayuntamiento de Santander, disponible en:

http://portal.ayto-santander.es/portal/page/portal/inet_santander

Smart Santander, disponible en:

<http://www.smartsantander.eu/?template=retro>

SantanderRA, disponible en:

<http://www.smartsantander.eu/index.php/blog/item/174-smartsantanderra-santander-augmented-reality-application?template=retro>

Red Española de Ciudades Inteligentes, disponible en: <http://www.redciudadesinteligentes.es/>

Instituto Nacional de Estadística de España, disponible en: <http://www.ine.es/>

Instituto Cántabro de Estadística, disponible en: <http://www.ican.es/>

Universidad de Cantabria, disponible en: <http://web.unican.es/>

Ministerio del Interior del Gobierno de España, disponible en: <http://www.interior.gob.es/>

Revista digital Esmartcity.es, disponible en: <https://www.esmartcity.es/>

Proyecto EAR-iT, disponible en: <http://www.ear-it.eu/concept>

Documentos:

Plan Estratégico de Santander 2020, disponible en: <http://www.planestrategicosantander.com/>

Plan Estratégico Smart City de Santander, disponible en: http://portal.ayto-santander.es/portal/page/portal/inet_santander/%5Bhdocs%5D/pdf_contenidos_diversos/2.%20Plan%20Estrategico_Sant_Smart_City.pdf

Plan Director de Innovación del Ayuntamiento de Santander, disponible en: http://portal.ayto-santander.es/documentos/plan_director_innovacion.pdf

Encuesta sobre el uso de Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones y del Comercio Electrónico en las empresas. Cantabria 2013/2014, disponible en: http://www.ican.es/c/document_library/get_file?uuid=1202a80f-be6d-479c-b400-8d98174d6268&groupId=10138

Informe Balance de criminalidad enero-marzo 2015, disponible en: http://www.interior.gob.es/documents/10180/3066430/informe+balance+2015_ENER_MARZO.pdf/3106219f-7d60-4f01-911e-b4c4cc46fe48

La sociedad de la información en España 2014. Fundación Telefónica, disponible en: http://www.fundaciontelefonica.com/arte_cultura/sociedad-de-la-informacion/informe-sociedad-de-la-informacion-en-espana-2014/

Artículos:

- Galache, José A., Juan R. Santana, Verónica Gutiérrez, Luis Sánchez, Pablo Sotres y Luis Muñoz. 2012. "Towards Experimentation-Service duality within a Smart City scenario", presentado en Wireless On-demand Network Systems and Services (WONS 2012), Courmayeur, Italia, 9-11 de enero.
- Galache, José A., Verónica Gutiérrez, Juan R. Santana, Luis Sánchez, Pablo Sotres, Javier Casanueva, Luis Muñoz. 2013. "SmartSantander: A joint service provision facility and experimentation-oriented testbed, within a Smart city environment". Disponible en: www.smartsantander.eu
- Galache, José A., Pablo Sotres, Juan R. Santana, Verónica Gutiérrez, Luis Sánchez, Luis Muñoz. 2013. "A Living Smart City: Dynamically Changing Nodes Behavior Through Over the Air Programming", presentado en Advanced Information Networking and Applications (AINA-2013) Conference in International Workshop Pervasive Internet of Things and Smart Cities (PITSaC 2013), Barcelona, España, 25-28 de marzo.

2. Agentes y contactos consultados

José Antonio Teixeira Vitienes, *Director General de Innovación del Ayuntamiento de Santander.*

Luis Muñoz, *Catedrático de la Escuela de Ingenieros de Telecomunicaciones de la Universidad de Cantabria. Grupo de Ingeniería Telemática.*

Verónica Gutiérrez Polidura, *Investigadora del Grupo de Ingeniería Telemática de la Universidad de Cantabria.*

Víctor Martínez, *Jefe de Soluciones Inteligentes en NEC Ibérica.*

Pablo de Castro, *Conceptual KLT (empresa dedicada a la generación de nuevos proyectos tecnológicos).*

Joaquín González Ruiz, *Director de Telefónica en Cantabria.*

Anexo C. Enlaces para descarga de información

1. Plan Estratégico Smart City (diagnóstico, mapa estratégico, detalle de proyecto y hoja de ruta). Disponible en: http://portal.ayto-santander.es/portal/page/portal/inet_santander/ciudad/smart_city
2. Artículo “SmartSantander: A joint service provision facility and experimentation-oriented testbed, within a smart city environment”. Disponible en: http://smartsantander.eu/downloads/Presentations/SmartSantander_A_joint.pdf
3. Artículo “SmartSantander: The meeting point between Future Internet research and experimentation and the smart cities”. Disponible en: <http://www.smartsantander.eu/downloads/Presentations/futurenetworksummit2011.pdf>
4. Carpeta Dropbox:
<https://www.dropbox.com/sh/iky0iste0vgt2v8/AAC5DIw1PZtL6Lu38vX8eYcua?dl=0>

Contiene:

- Carpeta del curso “Nuevas Tecnologías y Participación Ciudadana: un nuevo contexto para la gestión de la ciudad”. Folleto e informe de conclusiones.
- Carpeta de fotos.
- Artículo “SmartSantander: a joint service provision facility and experimentation-oriented testbed, within a smart city environment”.
- Encuesta sobre el uso de las TIC en las empresas de Cantabria (región de la que es capital la ciudad de Santander) del año 2014.
- Informe de Criminalidad de marzo de 2015. Ministerio del Interior del Gobierno de España.

- Informe “La Sociedad de la Información en España” de la Fundación Telefónica.
- Plan Director de Innovación del Ayuntamiento de Santander.
- Plan Estratégico de Santander 2010-2020.
- Pliego de prescripciones técnicas para el contrato de recolección y transporte de los residuos sólidos urbanos de Santander
- Pliego de prescripciones técnicas para la contratación de los servicios de la Plataforma Smart City de la ciudad de Santander.

Anexo D. Plantilla del estado de desarrollo en los diversos servicios

Cuadro A1. Estado de desarrollo en los diversos servicios

| Gama de servicios | | Funciones y medios de la ciudad inteligente | | | | |
|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| Dominio del servicio | Sistema del servicio | Recolección de datos y monitorización | Control | Producción de información y procesamiento de datos | Comunicación de información a los ciudadanos | Intercambio de información entre los servicios |
| | | Controlador de señal, detector de imagen, BIS, circuito cerrado de televisión, etc. | Centro operativo Smart City | VMS, VDS, BIS, internet, dispositivos móviles, centro de llamadas, e-gobierno, Open-API, la radiodifusión y los medios de comunicación | Plataforma de información (propiedad, control y sistema de seguimiento) | |
| Transporte y movilidad urbana | Sistema semafórico adaptativo | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 |
| | Sistemas avanzados de viaje | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 |
| | Sistema de información de transporte público | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 |
| | Sistema de gestión de incidencias | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| | Sistema información aparcamiento | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 |
| | Aparcamiento con limitación horaria | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 |
| Seguridad ciudadana | Sistema de gestión de la criminalidad | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| Emergencias y protección civil | Sistema de gestión de desastres | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Medio ambiente | Sistema de gestión de agua | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 |
| | Sistema de gestión de residuos | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 |
| | Sistema de control medioambiental (ruido, calidad del aire, clima, etc.) | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 |
| Eficiencia energética | Sistema de gestión energética | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| Interacción con los ciudadanos y medios para comunicarse | Sistemas de comunicación con la ciudadanía | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |

Nota: Los números corresponden a diferentes niveles de desarrollo de las actuaciones según las siguientes referencias: 4: Avanzado; 3: Moderado; 2: Básico; 1: A introducir en el futuro; 0: Ausente.

