

BIG DATA

FELIPE SEVILLANO PÉREZ

Redexis Gas

Las ciudades de todo el mundo están experimentando un crecimiento de sus poblaciones y buscan de manera continua la forma de mejorar la calidad de vida sus ciudadanos y visitantes, y fomentar y promover el desarrollo y crecimiento económico que proporcione mejores oportunidades a ciudadanos y negocios.

Cada día, ciudades de todo el mundo se enfrentan a un número creciente de problemas operacionales que afectan a la calidad de los servicios que ofrecen a sus ciudadanos. Para poder garantizar la seguridad pública, el suministro de agua, las fuentes energéticas, el transporte y otros servicios, las ciudades tienen que acceder a una información cada vez más voluminosa, conseguir que los distintos organismos municipales y agencias se comuniquen y colaboren en tiempo real y anticipar los posibles problemas antes de que se produzcan.

En un entorno como el actual, de presupuestos limitados y ciudadanos cada vez más informados y demandantes, las corporaciones municipales necesitan hacer más por menos y por tanto deben hacer las cosas de forma diferente. Un elemento clave en esta transformación, será la capacidad y voluntad de los líderes municipales, incluyendo las distintas agencias y empresas municipales, de probar y adoptar nuevas ideas y promover la innovación y el cambio a todos los niveles de la gestión municipal. El avance actual de la tecnología y el acceso a múltiples fuentes de información van a tener un papel muy importante en este proceso de cambio.

Las ciudades guardan y tienen acceso a una gran cantidad de datos de fuentes y formatos muy diversos. Sin embargo, no los están aprovechando para convertirlos en conocimiento e inteligencia procesable que per-

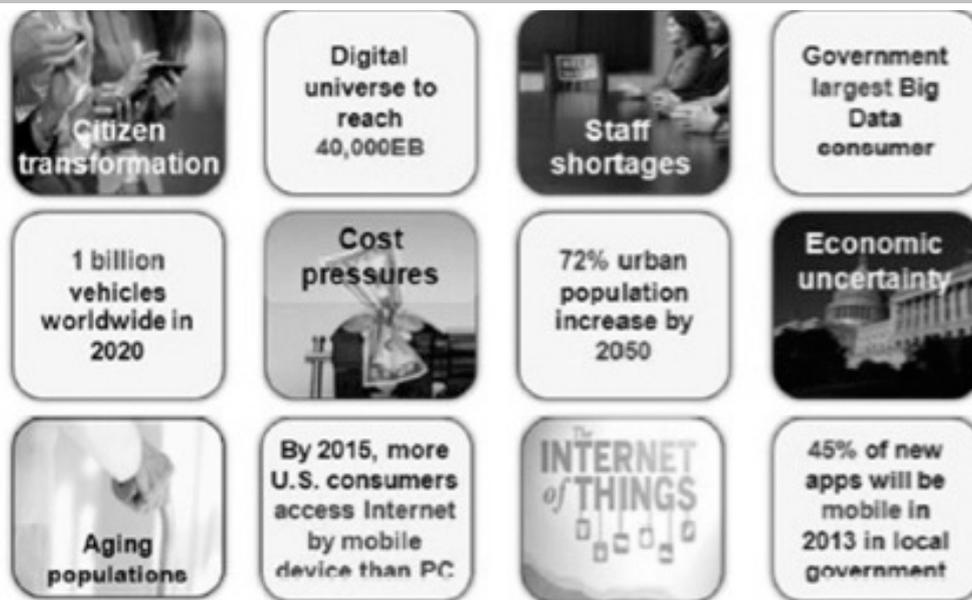
mitan proporcionar información relevante a los distintos niveles de gestión y operación municipal para tomar decisiones informadas que mejoren las respuestas y actuaciones. Muchos ayuntamientos guardan esta información en sistemas independientes que se encuentran en departamentos aislados, lo que impide tener una visión operativa global y dificulta la coordinación de las actuaciones de los distintos organismos y agencias. Si una ciudad no cuenta con una vista única e integrada de los eventos, incidentes o crisis inminentes y no puede compartir la información rápidamente, es posible que no pueda dar servicio de forma eficaz y sostenible, ni proteger a los ciudadanos o impulsar el crecimiento económico. En muchas ocasiones descubrimos tras un incidente que se disponía de suficiente información para haberlo anticipado o incluso evitado, si los organismos adecuados hubieran tenido en el momento oportuno la información relevante para la coordinación de actuaciones.

SMART CITY - CIUDAD INTELIGENTE: DE LOS DATOS A LA RESPUESTA INTELIGENTE

Definición de *Smart City*

La Red Española de Ciudades Inteligentes define las Ciudades Inteligentes como aquellas que disponen de un sistema de innovación y de trabajo en red pa-

FIGURA 1
TENDENCIAS TECNOLÓGICAS Y DEMOGRÁFICAS EN CIUDADES



FUENTE: IDC Government Insights 2013.

ra dotar a las ciudades de un modelo de mejora de la eficiencia económica y política permitiendo el desarrollo social, cultural y urbano. Como soporte de este crecimiento se realiza una apuesta por las industrias creativas y por la alta tecnología que permita ese crecimiento urbano basado en el impulso de las capacidades y de las redes articuladas todo ello a través de planes estratégicos participativos que permitan mejorar el sistema de innovación local (1).

Gartner define la *Smart City* como un área urbana en la que múltiples sectores, tanto desde los organismos municipales como el sector privado, colaboran para lograr resultados sostenibles mediante el análisis de información contextual en tiempo real y compartido. Lo *Smart* que es una ciudad depende de la capacidad de los distintos sectores para compartir información específica de cada dominio, y de compartirla en el contexto y formato adecuados para que se pueda generar valor de esta información (2).

IDC define la *Smart City* como la ciudad que utiliza dispositivos inteligentes, las tecnologías de la información y las comunicaciones, y la instrumentalización para conseguir sus objetivos de mejora de calidad de vida de sus ciudadanos y el desarrollo económico sostenible. Estos objetivos se logran mediante la mejora de los servicios prestados, un uso más eficiente de los recursos (humanos, infraestructuras y naturales), y prácticas financieras y medioambientales sostenibles. La visión de la *Smart City* es proporcionar servicios más accesibles, seguros, eficientes y efectivos a sus ciudadanos, de forma que aseguremos la calidad de vida y la sostenibilidad de la ciudad. Las soluciones *Smart Cities* integran la información y las operaciones entre los sistemas y dominios de la ciu-

dad, e involucran a sus ciudadanos y negocios; y al amplio ecosistema de la ciudad (diputación, comunidad, etc) (3).

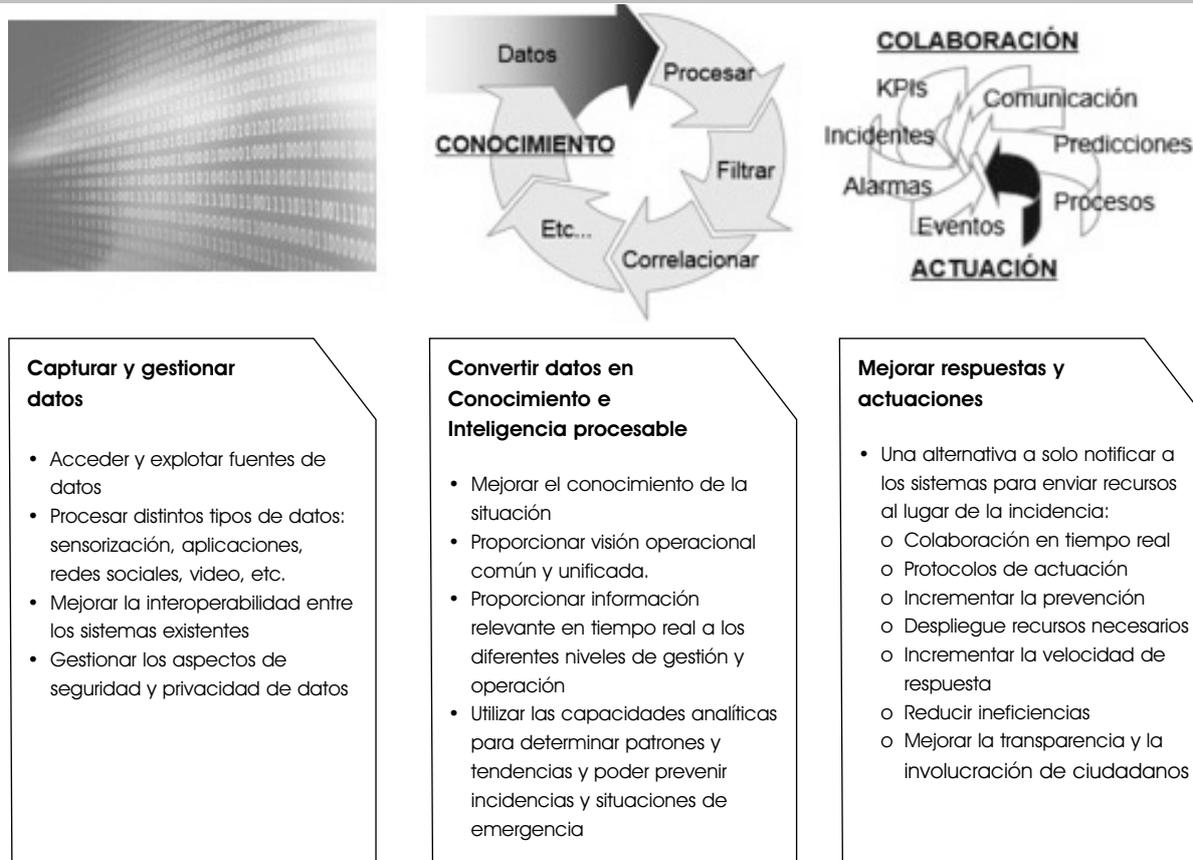
Las definiciones anteriores tienen en común la esencia de la *Smart City*: innovación, tecnología, información, colaboración, desarrollo económico, calidad de vida, ciudadanos... Las ciudades están experimentando un crecimiento de sus poblaciones y se enfrentan a los retos que conllevan –tráfico, contaminación, limitación de recursos, escasez de agua, riegos sanitarios, seguridad ciudadana, mayor demanda de educación, sanidad y servicios sociales–. Actualmente, las ciudades compiten para atraer negocios y turistas, no solo con las ciudades de su entorno más cercano sino también en un entorno Europeo y global (4).

Esta tendencia de crecimiento y las innovaciones tecnológicas están impulsando la necesidad de las ciudades de analizar cómo están utilizando y aprovechando en este momento la tecnología y las infraestructuras existentes, así como sus propios recursos y los de los ciudadanos y negocios.

La siguiente figura 1 señala algunas de las tendencias que más influyen el desarrollo de la *Smart City*, que incluye el exceso de información disponible, la transformación de los ciudadanos alrededor de los dispositivos móviles, austeridad económica y reducción de costes y el aumento de la población urbana (5).

Los líderes municipales deben adoptar las tecnologías que les proporcionen la visión de nivel de gestión y operativo adecuado, y el conocimiento de situación. Tanto en una situación de emergencia por desastre natural, como en la gestión energética de es-

FIGURA 2
SMART CITY: DE LOS DATOS A LA RESPUESTA INTELIGENTE



FUENTE: Elaboración propia.

timación de demandas futuras o en la mejora continua de los servicios municipales, los gestores municipales necesitan tener la información correcta, en el momento preciso para tomar las decisiones adecuadas en base a la información disponible.

La *Smart City* se apoya en las capacidades de las tecnologías de la información y comunicación para llevar a cabo las mejoras en la gestión y los servicios municipales: en definitiva se trata de convertir los datos en conocimiento y el conocimiento en mejores actuaciones y respuestas inteligentes (figura 2).

Las capacidades tecnológicas de la *Smart City*

Entre las capacidades y tecnologías necesarias para construir la *Smart City*, los analistas identifican la analítica de datos y el *Big Data* como claves para poder explotar y sacar valor de los datos disponibles.

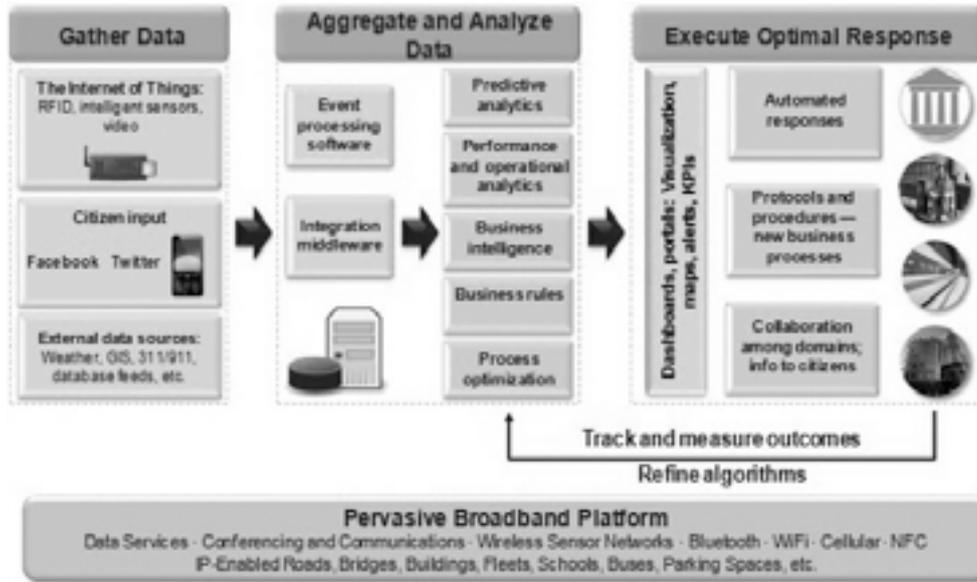
IDC Government Insights ha definido las características generales que deben incluir las soluciones *Smart City* (ver figura 3, en la página siguiente) (6).

- Captura y transmisión de datos en tiempo real (o casi-tiempo real) de diferentes fuentes como el Internet de las cosas (IoT – *Internet of Things*), dispositivos (sen-

sores, RFID, video cámaras, parquímetros, radares y detectores de matrículas, *smartphones* y otros dispositivos móviles) y directamente de los ciudadanos y empresas vía aplicaciones de colaboración o redes sociales.

- Las capacidades de colaboración son fundamentales para acabar con los silos de datos e información y la colaboración entre sistemas, departamentos y agencias.
- La gestión de datos debe proporcionar las capacidades para procesar, limpiar, consolidar e interpretar los nuevos datos capturados, y para integrarlos con los datos ya existentes y con datos históricos.
- La analítica de datos transforma los datos en información de los datos; identifica tendencias y patrones, y proporciona capacidades de predicción.
- Para mejorar el proceso de toma de decisiones, la información relevante se muestra al nivel correcto de agregación vía cuadros de mandos para funciones de gestión o con el detalle necesario mediante alertas para las funciones más operativas.
- Mecanismos y protocolos de actuación, tanto automáticos como con intervención humana, para actuar y responder a las situaciones y problemáticas diarias de la ciudad.

FIGURA 3
CARACTERÍSTICAS DE LAS SOLUCIONES SMART CITY



FUENTE: IDC Government Insights 2013.

- Las respuestas inteligentes y la toma de decisiones basadas en información relevante analizada conducen al uso más eficiente de los recursos urbanos, desarrollos urbanos sostenibles y mayor calidad de vida para los ciudadanos.
- Procesos de medición de los resultados de la *Smart City*, mediante cuadros de mando y definición de indicadores de gestión KPIs que ayuden a medir los resultados de las distintas iniciativas de la ciudad y a mantener la atención en los problemas de la ciudad, como por ejemplo el número de accidentes de tráfico, niveles de contaminación, etc.

En esta misma línea, para Gartner es fundamental la capacidad de desarrollar analítica de datos y predecir patrones y tendencias de cómo las infraestructuras de la ciudad y los ciudadanos interactúan. Las plataformas de *Business Intelligence* y analítica son una parte central del marco de la *Smart City*. Se deben desarrollar soluciones de gestión y gobierno de datos, asegurando la privacidad y seguridad de los datos y la información, que permitan ponerlos a disposición de los diferentes sectores económicos.

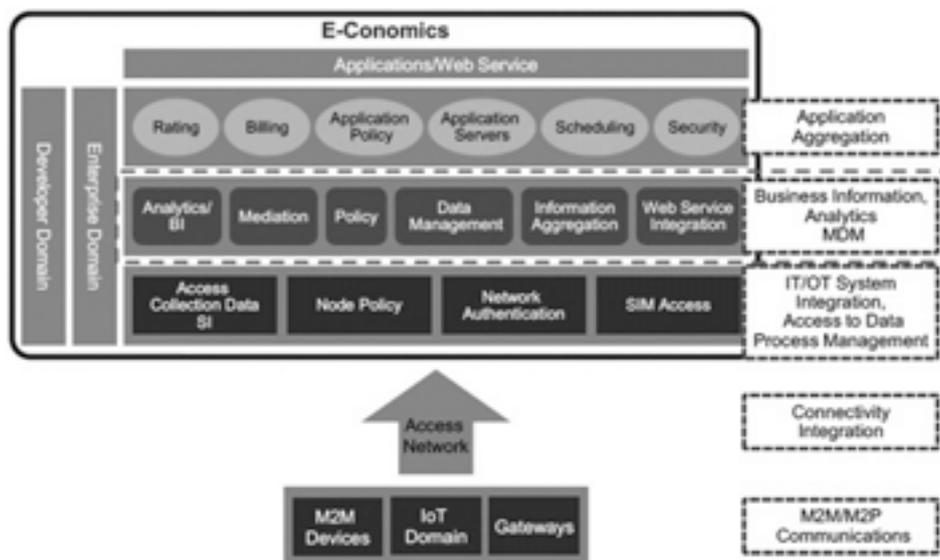
En la figura 4, en la página siguiente, Gartner describe la posición esencial de la analítica en los procesos urbanos, empezando por las capas de conectividad con las diferentes fuentes de datos, pasando por la capa de gestión de la información que conecta con las capas de aplicaciones y servicios (7).

Las capacidades de gestión de datos que se marca en la figura son denominadas a menudo como sistemas de Centros de Control y Operaciones de la ciudad (*city operations and command systems*), que incorporan una plataforma integrada de gestión de procesos de la ciudad.

Por otro lado, IBM en su encuesta de analítica de datos realizado en 2013 indica que, al examinar las capacidades analíticas de las organizaciones, ha encontrado que la mayoría puede realizar consultas e informes (73%), visualizar datos (58%) y hacer minería de datos (57%). Pero fuera de estas competencias, las capacidades de los líderes divergen considerablemente. Las organizaciones líderes han evolucionado más allá de las infraestructuras tradicionales y las técnicas de análisis de una plataforma de *business intelligence* básica hacia una infraestructura moderna y flexible capaz de capturar, procesar y gestionar el volumen, velocidad y variedad de los datos actuales. El 60% de los líderes dispone de capacidades de análisis predictivo, así como de simulación (55%) y optimización (67%). Estas competencias les permiten ver más allá de lo sucedido ayer y de lo que sucede hoy, y comenzar a comprender el modo en el que los cambios en las preferencias, las fuerzas del mercado, los fenómenos naturales o la normativa pueden afectar a sus operaciones y sus ingresos el día de mañana (8). Esto va a ser cada vez más importante; de hecho, Gartner predice que, durante 2015, menos del 25% de los proyectos de *business analytics* incorporará análisis predictivos y prescriptivos, pero que estos generarán al menos el 50% del valor de negocio (9).

La tecnología Big Data en la Smart City. Dentro de las capacidades de analítica de datos, el Big Data es una tecnología para transformar la analítica de grandes volúmenes de datos, pero es también una tecnología disruptiva. Está activando la transformación de industrias enteras que requieren análisis constante de datos para afrontar los retos de su gestión diaria, como en el caso de las ciudades poder predecir tendencias y anticipar posibles situaciones de

FIGURA 4
SMART CITY DOMAIN TOPOLOGY



IoT = Internet of Things; M2M = machine to machine; M2P = machine to person; SI = system integration

FUENTE: Gartner.

emergencias. El *Big Data* proporciona las capacidades para explotar mejor la información existente, integrar nuevas fuentes de datos y realizar analítica de datos usando nuevas herramientas que permiten incrementar el valor para la ciudad y los ciudadanos.

Para las ciudades la tecnología *Big Data* se está convirtiendo en una necesidad que tendrán que adoptar más pronto que tarde, ya que les va a permitir alcanzar diversos objetivos (10):

- Aplicar analítica de datos más allá de los casos de uso tradicionales que permita respaldar la toma de decisiones informada en tiempo real, en todo momento y en todo lugar.
- Acceder a todo tipo de información que pueda ser usada para la toma de decisiones.
- Facultar y promover a las personas en todos los roles de la organización a explorar y analizar información, para convertirlo en conocimiento que pueda compartir con el resto de la organización.
- Optimizar los procesos de toma de decisiones, tanto si se realizan por personas como si se ejecutan por sistemas automatizados.
- Proporcionar conocimiento desde todas las perspectivas y horizontes temporales; desde informes históricos y de tendencias hasta análisis en tiempo real y modelos predictivos.
- Mejorar los resultados de gestión y gestionar mejor los riesgos.

En definitiva, el *Big data* proporciona a la ciudad y su ecosistema las capacidades analíticas para trans-

formarse en una organización contextual, que se adapta con dinamismo y agilidad a los continuos cambios de su entorno económico, social, medioambiental, etc. y a las necesidades cambiantes de sus ciudadanos, empresas y visitantes; mediante el uso de la información disponible de una gran cantidad de muy diversa de fuentes de datos (11).

BIG DATA

A lo largo de la historia, las decisiones más acertadas en el mundo empresarial se basaron en la interpretación de los datos disponibles. Cada día, 2,5 quintillones de *bytes* son creados, es decir, el 90% de los datos en el mundo ha sido creado en los últimos 2 años (12). Estos datos vienen de todas partes: sensores que capturan todo tipo de datos, posts o comentarios en redes sociales o blogs, fotos o videos, registros de transacciones comerciales, señal GPS de teléfonos móviles o automóviles, etc.

La gran cantidad y complejidad de datos que se generan cada día, hacen que los sistemas de gestión y de procesado de datos tradicionales no puedan proporcionar el servicio necesario. Los retos que debe gestionar el *Big Data* incluyen capturar, almacenar, buscar, compartir, transferir, analizar y visualizar. Algunas estimaciones predicen un crecimiento de datos de hasta 50 veces para el año 2020 (13). Una gran cantidad de datos se está generando y se está guardando tan rápido que está inundando a la sociedad, y por supuesto a las ciudades. El *Big Data* se está convirtiendo en el próximo recurso natural que explotar; y esto representa por un lado un gran reto, pero también una oportunidad para las organizacio-

nes que sepan sacar provecho de estos datos. Para sumarse a esta oportunidad, las ciudades deben adoptar soluciones *Big Data* que les proporcionen capacidades analíticas para convertirlos en conocimiento y así mejorar la gestión urbana y la toma de decisiones (14).

Nuevas fuentes de datos de la *Smart City* - necesidad *Big Data* ↓

Además de la gran cantidad y variedad de fuentes de información que gestionan las corporaciones municipales, existen nuevas fuentes de datos disponibles que crecen de manera exponencial que puede ayudar a mejorar la gestión municipal, entre las que cabe destacar:

Ciudadanos. Los ciudadanos y empresas son el mejor sensor para la ciudad. Los ciudadanos recogen información que puede complementar o incluso ser más valiosa (o ni siquiera estar disponible) que la recogida mediante los medios e infraestructuras gestionadas por las corporaciones municipales u otras empresas u organismos involucrados en los servicios y operaciones municipales (15). Ejemplos de este tipo de información son fotos realizadas con dispositivos móviles de roturas o desperfectos en la vía pública o equipamientos en mal estado de funcionamiento.

Por otro lado, los ciudadanos, más allá de los canales de comunicación tradicionales, esperan poder acceder e interactuar con su administración local mediante dispositivos y aplicaciones y a través de las redes sociales. La adopción masiva de dispositivos y la utilización de las redes sociales muestran la importancia de que los gobiernos locales desarrollen estos canales de comunicación e involucración de la ciudadanía.

- En 2015, por primera vez, habrá más personas accediendo a internet a través de dispositivos móviles que a través de ordenadores.
- El uso de dispositivos móviles para compartir fotos, navegación y utilización de mapas y para acceder a las redes sociales crecerá de forma muy significativa.

Estas tendencias no pueden ser ignoradas por los líderes municipales, y actualmente se está produciendo un progreso muy considerable. Los gobiernos locales están aprovechando el momentum de las iniciativas *Open data* y colaboración ciudadana (*crowdsourcing*) para que se desarrollen aplicaciones móviles.

Algunos ejemplos de aplicaciones para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos (16):

- ✓ Aparcamientos
- ✓ Información turística
- ✓ Información red de transporte pública

- ✓ Estado del tráfico
- ✓ Alertas y emergencias

Machine-to-machine (M2M). Para IDC el crecimiento de las comunicaciones *machine-to-machine* (M2M) y *machine-to-machine-to-human* (M2M2H) es muy relevante para el futuro de la *Smart City* y la automatización de ciertos procesos.

Las comunicaciones M2M son aún un mercado emergente y estamos solo en los inicios. El despegue de las aplicaciones M2M de uso masivo y su utilización en algunos sectores va a tener un impacto en los gobiernos locales. Ejemplos de esto son la industria del automóvil con los vehículos conectados; o la monitorización remota de pacientes en sanidad. Para IDC en el corto plazo las áreas más relevantes para el uso en corporaciones locales son las siguientes (17):

- ✓ Gestión de flotas, especialmente en el transporte público
- ✓ Gestión remota e activos
- ✓ Vehículos conectados
- ✓ *Smart meters* (telemetida de contadores)
- ✓ Señalización digital
- ✓ Monitorización en Sanidad
- ✓ Seguridad pública

Internet de las Cosas (Internet of Things IoT). Los sensores y dispositivos inalámbricos son cada vez más pequeños, inteligentes y baratos; y existen miles de millones; que proporcionan una cantidad infinita de datos. La Internet de las Cosas (IoT) a través del rápido crecimiento de la conectividad M2M (*machine-to-machine*) en los diferentes dominios de la ciudad (contadores con telemetida, redes de sensores, etc) van a generar un flujo masivo de datos que debe ser securizado, priorizado, organizado y analizado. Si esto falla la información aportada por la analítica de datos podría impedir, hacer ineficiente o incluso conducir a errores en la toma de decisiones de procesos vitales para la ciudad y sus ciudadanos (18). Según Gartner, en 2020, habrá más de 30 miles de millones dispositivos conectados (19), similar a la previsión de ABI Research (20).

Datos Abiertos (Open Data). El *Open Data* es una iniciativa imparable a nivel tanto internacional como nacional, con gran respaldo institucional y que cuenta ya con políticas y marcos normativos que lo regulan a nivel europeo y nacional.

Según datos.gob.es, el *Open Data* proporciona beneficios sociales y económicos (21):

- ✓ Facilita la participación y colaboración ciudadana (a través de las iniciativas de gobierno abierto)
- ✓ Posibilita la monitorización y ajuste de políticas públicas

✓ Ofrece nuevas oportunidades de empleo y de generación de riqueza asociadas a los modelos de negocio innovadores

IDC cree que las ciudades que abran sus datos proporcionarán más valor a sus ciudadanos. Las corporaciones municipales con iniciativas estratégicas de *Open Data* tendrán un 50% más de aplicaciones móviles desarrolladas para su ciudad. Más ciudades pondrán en marcha iniciativas de *Open Data* para facilitar el desarrollo de aplicaciones móviles y por tanto para proporcionar servicios a los ciudadanos, visitantes y negocios a través de los dispositivos móviles (22). Estas iniciativas van a suponer para los organismos municipales un incremento radical de la complejidad de gestión de datos que realizan actualmente. Existen más de 40 países con plataformas de *Open Data*. El portal de EEUU *data.gov* tiene más de 150.000 set de datos disponibles (23); y existen más de 1 millón de conjuntos de datos a nivel mundial, que crece cada día. En España, el portal *datos.gob.es* es una iniciativa de carácter nacional encargada de llevar a cabo acciones que favorecen la apertura de información por parte del sector público. Actualmente dispone de más de 2000 conjuntos de datos de más de 100 organismos.

Desde el punto de vista del valor económico, McKinsey Global Institute estima un potencial económico anual *Open Data* de \$3 - \$5 trillones en siete dominios de actividad. Estos beneficios incluyen aumentos de productividad, desarrollo de nuevos productos y servicios, y mejoras para los consumidores (ahorro de costes, productos y servicios de mejor calidad, etc). Este valor potencial, se podría dividir en \$1,1 trillones en los EEUU, \$900 millones en Europa y \$1,7 trillones en el resto del mundo (24).

Conclusiones. Los cambios en las tecnologías que hemos comentado, en los que la información se convierte en el recurso crítico para la mejora de la toma de decisiones, están derivando en que los retos a los que se enfrenta la *Smart City* deben ser englobados en el contexto del *Big Data*. La convergencia de dispositivos inteligentes, las redes sociales, la información disponible en los sistemas municipales, y otras muchas fuentes de datos, hacen que haya demasiada información disponible para procesar y asimilar y los operadores municipales y personal de los centros de control no pueden depender totalmente de su experiencia o intuición para tomar decisiones. El modelo mental causa/efecto queda desfasado rápidamente, mientras se incrementa la exigencia de responder más rápidamente y con mayor precisión y conocimiento a los eventos e incidentes que ocurren en la ciudad. Por ejemplo, los nuevos desafíos de gestión y analítica de datos a los que se deben enfrentar los Centros de Control de Tráfico y Transporte con el crecimiento de los vehículos conectados y la nueva generación de sistemas de asistencia de viaje, no podrán ser superados por aquellas organizaciones que no utilicen soluciones *Big Data* y analítica (25). La tecnología *Big Data* asienta

las bases para mejorar las capacidades analíticas y por tanto mejorar el proceso de toma de decisiones y los tiempos de respuesta, principios básicos para la *Smart City*.

Definición: dimensiones *Big Data* ↓

La gran diferencia entre los casos de uso de *Big Data* y los de aplicaciones de *Data Warehouse* o *Business Intelligence* (BI) son la naturaleza y la velocidad de los datos que se gestionan. Normalmente, las aplicaciones *Big Data* son miles de veces más grandes y requieren una respuesta más rápida que las aplicaciones de BI (26).

IDC define *Big Data* como una nueva generación de tecnologías y arquitecturas diseñadas para extraer valor económico de grandes volúmenes de una amplia variedad de datos, mediante la capacidad de captura, descubrimiento y/o análisis a gran velocidad. Esta definición abarca hardware, software y servicios de integración, organización, gestión, análisis y presentación de datos que se caracteriza con las cuatro Vs: **Volumen, Variedad, Velocidad y Valor** (27).

Según IBM las soluciones *Big Data* se distinguen de las soluciones TIC tradicionales considerando cuatro dimensiones (28):

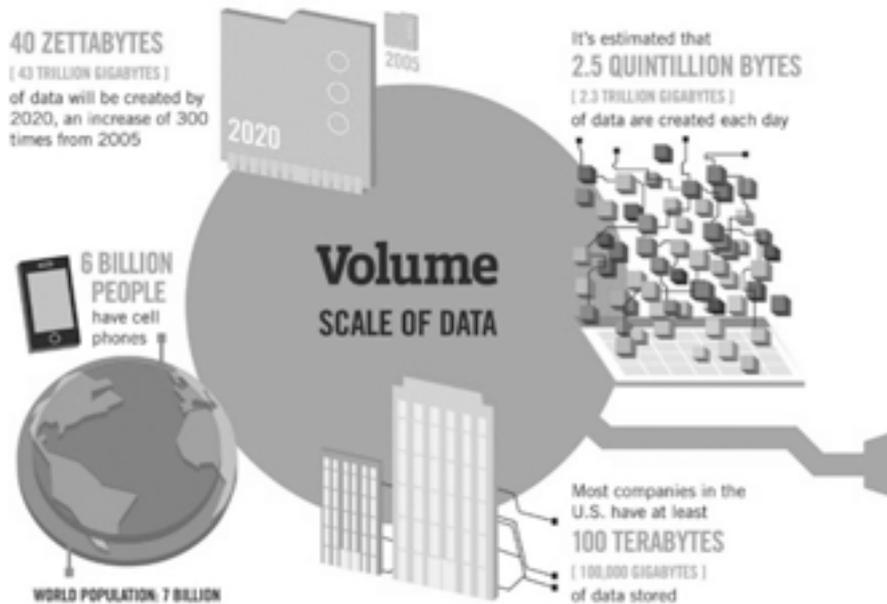
- **Volumen:** las soluciones *Big Data* deben gestionar y procesar cantidades mucho mayores de datos.
- **Velocidad:** las soluciones *Big Data* deben procesar datos que llegan a mayor velocidad.
- **Variedad:** las soluciones *Big Data* deben encargarse de más tipos de datos, tanto estructurados como desestructurados.
- **Veracidad:** las soluciones *Big Data* deben validar la corrección de la gran cantidad de datos que llegan a gran velocidad.

Como resultado, las soluciones *Big Data* se caracterizan por procesado complejo en tiempo real y relación de datos, y capacidades avanzadas de analítica y búsqueda. Estas soluciones hacen hincapié en el flujo de los datos, y trasladan la analítica de los centros de investigación a los procesos y funciones clave de las organizaciones.

Además de las 5 Vs que incorporan las definiciones de IDC e IBM; IBM menciona una sexta V que han sugerido diferentes analistas:

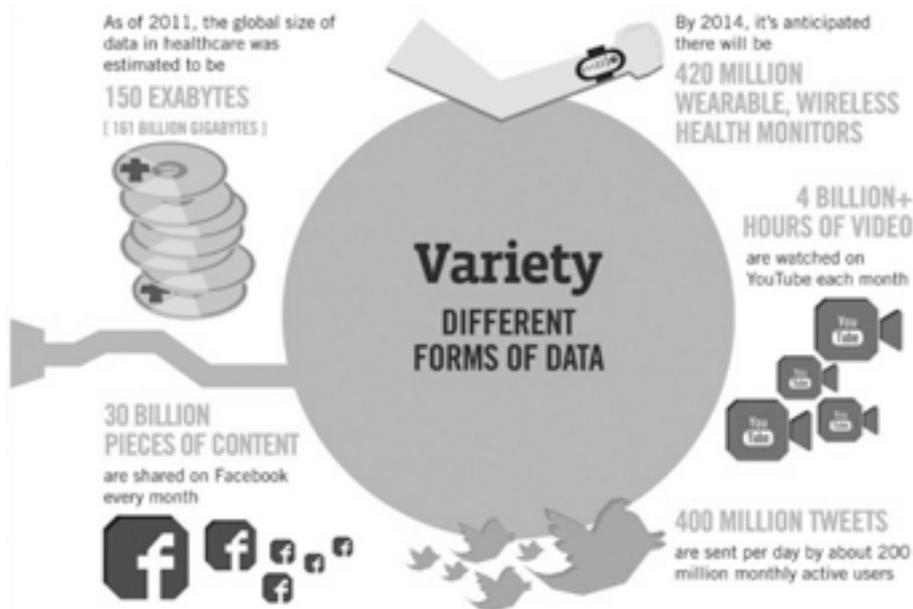
- **Variabilidad** de la inyección de datos a sistemas *Big Data* (29): variabilidad significa que los sistemas *Big Data* deben disponer del mismo tipo de elasticidad que es requerido en cloud computing y otros entornos virtualizados. Los flujos de datos, tanto en volumen como en variedad, pueden variar enormemente, pudiendo seguir un comportamiento cíclico predecible o siendo completamente aleatorio. Esta variabilidad es especialmente difícil de gestionar por la existencia de las redes sociales.

FIGURA 5
«THE FOUR V'S OF BIG DATA»



FUENTE: Infografía IBM (30).

FIGURA 6
«THE FOUR V'S OF BIG DATA»



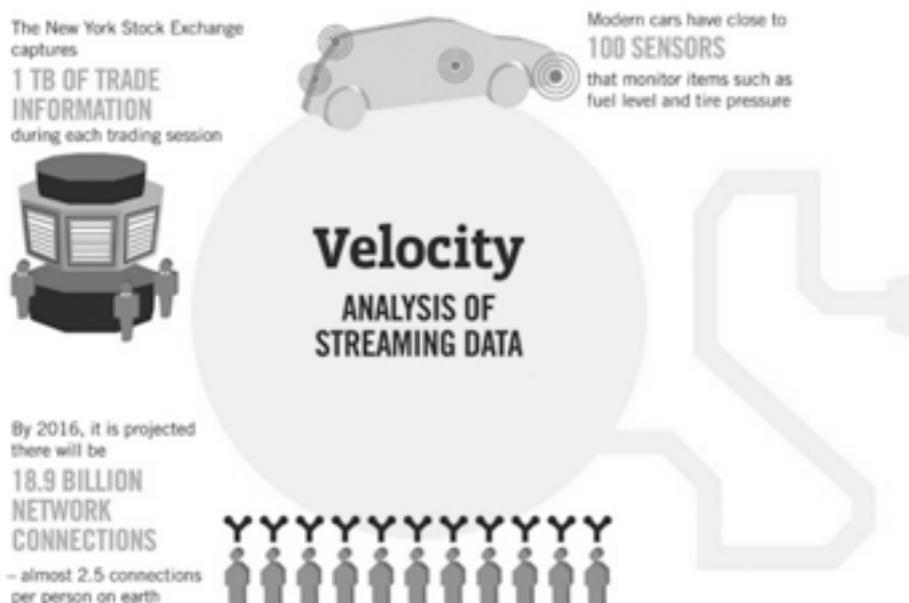
FUENTE: Infografía IBM (31).

Volumen: el tamaño no es lo único que importa. Las ciudades gestionan grandes cantidades de datos que se van a ver incrementados con la implantación de iniciativas *Smart City* (ver figura 5).

La palabra «Big» de *Big Data* alude a volúmenes masivos de datos, sin embargo los usuarios deben entender que este término es relativo. Algunos sectores u orga-

nizaciones pueden llegar a tener *gigabytes* o *terabytes* de datos que gestionar, mientras otras pueden llegar a los *petabytes* o *exabytes*. En cualquier caso, estas aplicaciones aparentemente más pequeñas pueden llegar a requerir los procesos de gestión y análisis de datos muy demandantes y complejos que caracterizan las aplicaciones *Big Data* (31). Un gran porcentaje de los datos no serán de interés y no proporcionará una

FIGURA 7
«THE FOUR V'S OF BIG DATA»



FUENTE: Infografía IBM (31).

información relevante, y podría ser filtrada y comprimida hasta en un orden de magnitud. El reto o la dificultad es hacer un filtrado de forma inteligente de forma que no se descarten datos que pueden ser relevantes a las operaciones que se están ejecutando. Por ejemplo, datos relacionados con horarios o la localización, podrían estar sujetos a una amplia variación y seguir siendo válidos.

El volumen de datos está creciendo a mayor velocidad que los recursos de computación y la capacidad de procesamiento de los procesadores que existen en el mercado. En los últimos 5 años, la evolución de la tecnología de procesadores se ha parado, y ya no vemos duplicado la velocidad de los chips cada 18 - 24 meses (32).

Variación: la combinación de fuentes de datos y formatos es clave. La variedad en Big Data es un atributo crítico. La combinación de datos de una amplia variedad de fuentes diferentes de datos y en una variedad de formatos en un criterio clave en la determinación de si una aplicación puede ser considerada *Big Data* (ver figura 6, en la página anterior).

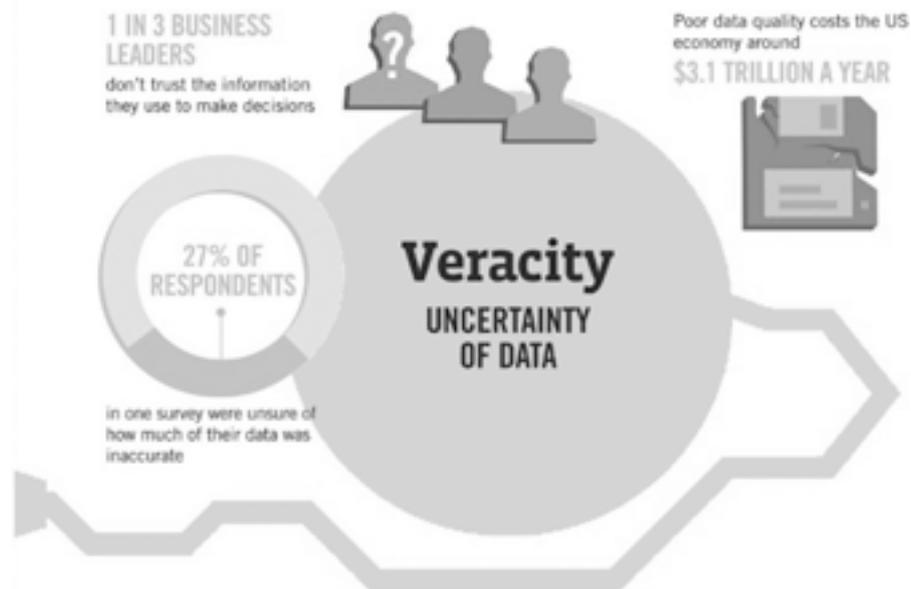
Las aplicaciones *Big Data* combinan datos de una amplia variedad de fuentes diferentes (típicamente tanto datos internos como externos a la organización) y datos de diferentes tipos y formatos (estructurados, semiestructurados y desestructurados); éste es un aspecto importante de *Big Data*. Combinar diferentes tipos y formatos de datos es un reto técnico complejo: ¿Cuál es la importancia relativa de un tweet respecto a un registro de cliente? ¿Cómo combinamos un gran número de fichas activas de pacientes con investigaciones médicas publicadas y datos genó-

micos para seleccionar el mejor tratamiento para un paciente particular? Un ejemplo de esto puede ser la integración de datos operativos internos de un ERP con datos semiestructurados de ficheros *logs* de la web que identifican el comportamiento de clientes *online*, con análisis de sentimiento de textos desestructurados de comentarios de clientes. Otro ejemplo son los modelos avanzados de predicción meteorológica que se basan en datos históricos de los últimos 50 ó 100 años, datos de nuevos modelos físicos de simulación e comportamientos oceánicos y datos de cambios de los niveles de CO₂; combinándolos con datos de satélite para crear modelos de simulación en tiempo real (34).

Velocidad: velocidad a la que la información llega, se procesa, es analizada y se entrega. La velocidad de los datos que se mueven a través de los sistemas de una organización varía desde requerimientos de integración por procesos *batch* o carga de datos en intervalos predefinidos, hasta requerimientos de transmisión de datos en tiempo real. La clave para evaluar las necesidades de velocidad del *Big Data* es entender los procesos de negocio y los requerimientos de los usuarios finales que gestionan y ejecutan los procesos (ver figura 7).

Por ejemplo, para un organismo de gestión de emergencias, unos segundos pueden ser la diferencia entre una catástrofe y una resolución con éxito de una situación de riesgo. Otro ejemplo es el requerimiento de reconocimiento facial en tiempo real en aeropuertos para detección de pasajeros. Sin embargo, los motores de búsqueda web deben procesar y buscar millones de consultas para determinar la precisión de sus algoritmos o añadir coincidencias, pero

FIGURA 8
«THE FOUR V'S OF BIG DATA»



FUENTE: Infografía IBM (37).

no necesitan realizar estos análisis en tiempo real. En definitiva, lo que realmente se necesita es la información relevante, en el tiempo preciso y con el nivel de precisión requerido.

La infraestructura tecnológica será diferente para cada caso de uso. Existe un antiguo adagio en la comunidad técnica de infraestructuras –se puede resolver cualquier problema si pones suficiente *hardware*–. Cuando se examinan los grandes supercomputadores que se han construido para resolver problemas específicos, este adagio se cumple. Sin embargo, en el mundo actual, las evoluciones de hardware no siempre son necesarias para satisfacer las demandas de alto rendimiento (36).

Veracidad. Como comentábamos anteriormente, cada día se generan 2,5 quintillones de bytes de datos. Estos datos vienen de fuentes diversas como fotografía digital, videos, *posts* en redes sociales, sensores inteligentes, transacciones comerciales, señales GPS de teléfonos móviles y otros dispositivos, etc. En definitiva, *Big Data* son datos desorganizados. La veracidad tiene que ver con lo incierto o imprecisión de los datos. Cuando utilizamos fuentes de datos de redes sociales como tweets, entradas de Facebook, etc, ¿qué credibilidad podemos o debemos dar a los datos? Muy posiblemente podremos utilizar estos datos para realizar análisis de sentimiento o identificar cambios de tendencias, pero no podremos sacar conclusiones para la toma de decisiones críticas (ver figura 8).

Dos de las Vs que caracterizan al *Big Data* van de alguna manera en contra de la Veracidad de los datos. Tanto la Variedad como la Velocidad limitan la

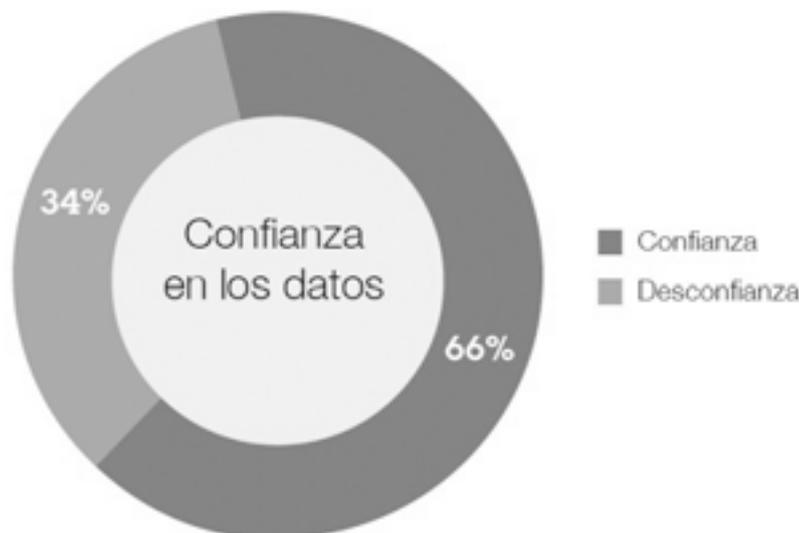
capacidad de limpieza de datos antes de su análisis (38). Si los datos contienen errores, la información que se puede generar de ellos no es fiable y los usuarios pierden la confianza de sus resultados y nunca la usarán para la toma de decisiones. Es fundamental implantar procesos de limpieza de datos para la eliminación o por lo menos reducción de datos erróneos que garantice la calidad de los datos. Para abordar los desafíos de rendimiento y capacidad que se desprenden de la falta de veracidad en los datos, es importante definir estrategias y herramientas de calidad de datos como parte de la infraestructura *Big Data*. El propósito de estas estrategias de calidad de datos es comprobar que cumplen su propósito; es decir evaluar el uso previsto para el Big Data dentro de la organización y establecer y garantizar la precisión necesaria de los datos para alcanzar los objetivos de negocio de los casos de uso.

El enfoque de calidad de datos adoptado por las organizaciones debería incluir algunas estrategias:

- Definición de criterios y benchmarking de calidad de datos
- Identificación de atributos clave de calidad de datos (por ejemplo puntualidad en la entrega, integridad, etc.)
- Gestión del ciclo de vida de los datos y conformidad
- Requerimientos de metadata y su gestión
- Clasificación de los elementos de datos

Además, el enfoque debe ser colaborativo y muy claro sobre qué datos deben ser 100% precisos, cuáles

FIGURA 9
CONFIANZA EN LOS DATOS



Nota: Se pidió a los líderes que describieran su grado de confianza en la calidad de los datos y los análisis de su organización. Opciones de respuesta consolidadas; n = 107

FUENTE: IBM Institute for Business Value. 2013 Big Data & Analytics Study.

deben ser suficientemente buenos, en términos porcentuales (en multitud de ocasiones, lo perfecto es enemigo de lo bueno). La seguridad también juega un papel importante, ya que debe asegurar que los datos falsos, fraudulentos o no autorizados no se introducen en el *Big Data*. Los datos deben ser protegidos adecuadamente y no distribuidos a destinatarios no autorizados (39).

Por otro lado Gartner señala que debemos conocer de quién es la propiedad de las fuentes de datos que estamos utilizando para nuestros casos de uso, y el uso que podemos hacer de esta información de acuerdo a las licencias de uso (i.e. *Open data*, datos propietarios de uso restringido, etc.). Entender bien las limitaciones, realizar un uso correcto de las fuentes de datos e informar de su origen proporcionará mayor transparencia a nuestra *Smart City* y por tanto mayor credibilidad y Veracidad a nuestras soluciones (40).

Confianza en los datos. Los responsables de tomar decisiones deben confiar en los datos para dejarse guiar por ellos. Según el estudio de IBM, en las organizaciones que obtienen más valor de la analítica, el gobierno y la seguridad son suficientes para proporcionar a la mayoría de los usuarios un grado de confianza confortable, pero también son lo bastante flexibles como para que los usuarios de negocio cumplan un conjunto de requisitos diverso. Además, este estudio indica que las organizaciones que gestionan sus datos de manera deficiente encuentran dificultades para generar valor a partir de estos y de su análisis.

Los líderes confían en los datos de sus organizaciones. Dos terceras partes de los encuestados de las organizaciones líderes tienen confianza suficiente en

la calidad de los datos y análisis de los que disponen como para utilizarlos en sus procesos de toma de decisiones cotidianos (ver figura 9).

Para inspirar este grado de confianza, hacen uso de un riguroso sistema de estándares empresariales y sólidas prácticas de gestión de datos para ayudar a asegurar no solamente la oportunidad y la calidad de los datos, sino también su seguridad y privacidad. Los líderes adoptan un enfoque estructurado para el gobierno y la seguridad de los datos y a esta vigilancia se debe en buena parte el mayor grado de confianza que la mayoría deposita en los datos y en la analítica dentro de sus organizaciones (41).

Valor. En la figura 10 (en la página siguiente), IDC identifica la arquitectura de valor de la *Smart City* que se construye con tecnologías como el Internet de las cosas (IoT - *Internet of Things*) y los cuatro pilares tecnológicos para IDC - *Big Data*, tecnologías móviles, *cloud computing* y *social business* (42).

En el contexto del *Big Data*, valor se refiere tanto al coste de la tecnología como al valor obtenido de su uso.

La variable del coste es importante, ya que es uno de los factores clave que definen la novedad del *Big Data*. La diferencia es que antes solo los gobiernos y las grandes empresas se podían permitir tener grandes centros de datos, soluciones de gestión de datos en tiempo real, de análisis de contenidos desestructurados, sistemas de supercomputación, etc. Ahora estas tecnologías son más accesibles.

Por otro lado el valor también se refiere al beneficio obtenido de las iniciativas *Big Data*, que IDC (43) las clasifica en:

FIGURA 10
ARQUITECTURA DE VALOR DE LA SMART CITY



FUENTE: IDC Government Insights 2013.

✓ Reducción del coste de capital: reducción del coste de hardware, software y otros costes de infraestructuras.

✓ Eficiencia de las operaciones: reducción de los costes de operaciones, debido a la mejora de los métodos de integración, gestión, análisis y entrega de datos.

✓ Mejora de los procesos de negocio: aumento en los ingresos o beneficios debido a una mejora de los procesos de negocio, incluyendo mejoras en el diseño y la prestación de servicios a los ciudadanos, en los procesos de licitación de contratos públicos, etc.

Garner por su lado señala que el valor que proporcionan los casos de uso de las *Smart Cities* está orientado inicialmente a mejorar la organización y rendimiento de los servicios e infraestructuras urbanas, como por ejemplo la gestión de residuos, tráfico, transportes públicos, gestión energética y gestión de agua. Además, la información tiene un valor «*citizen-centric*» ya que la información difundida por ejemplo sobre patrones o predicciones de tráfico, horarios y estado del transporte público o la disponibilidad de aparcamiento en las zonas de la ciudad, tienen un impacto sobre las necesidades de servicio y beneficios para ciudadanos, negocios y visitantes. La percepción en el otro extremo de la cadena de valor es crítica para que las infraestructuras y servicios de la ciudad funcionen mejor y de forma más sostenible y contextualizada, unidos al contexto personal de los ciudadanos, por ejemplo de seguridad, calidad del aire y estándares de calidad de vida para establecer métricas de contaminación medioambiental, densidad de tráfico, etc. (44).

Los usuarios de soluciones y casos de uso *Smart Cities*, tanto a nivel de gestión municipal como de

operación de servicios urbanos, tanto ciudadanos y visitantes como empresas que operan en la ciudad, comparten un requerimiento en cuanto a la analítica de datos y a sus resultados que suele ser un desafío para las soluciones *Big Data*: no quieren ser inundados con información no relevante.

Actualmente, por la falta de conocimiento de las necesidades o interés personal de los diferentes tipos de usuarios, las aplicaciones *Smart Cities* inundan con información sobre la ciudad, cuando realmente solo están interesados por información contextualizada relevante para sus necesidades.

Para poder proporcionar valor, en primer lugar, las soluciones *Smart Cities* deben entender cómo será consumida la información y cuál es el valor intrínseco y de negocio que contiene para los ciudadanos y empresas.

Una vez entendamos el valor que proporciona la información, las soluciones deben disponer de capacidades analíticas de filtrado, agrupación y visualización de la información y contexto de forma que la información proporcionada aporte realmente valor identificado a los diferentes usuarios (45).

BIG DATA: MÁS ALLÁ DE LA TECNOLOGÍA... TRANSFORMACIÓN

Como hemos visto, disponer de la información de contexto adecuada para la toma de decisiones es fundamental para mejorar la gestión de la ciudad y la calidad de vida de sus ciudadanos. Sin embargo, la implantación de soluciones *Big Data* va más allá de la tecnología y sus dimensiones de Volumen, Velocidad, Variedad y Veracidad; supone una impor-

FIGURA 11
LAS NUEVE PALANCAS SON CAPACIDADES QUE HACEN POSIBLE Y MEJORAN EL DESARROLLO, LA GENERACIÓN DE ANALÍTICA Y CREACIÓN DE VALOR



FUENTE: IBM. Institute for Business Value.

tante transformación que requiere cambios operativos y organizativos; y todo ello alineado con los objetivos estratégicos de creación de valor para la ciudad.

Cada ciudad es diferente y sus objetivos estratégicos varían para cada una de ellas. Sin embargo, la mayoría comparte problemas y retos similares, siendo los principales focos de atención el tráfico y transporte público, la seguridad ciudadana y reducción de índices de criminalidad, la gestión energética, el ciclo integral del agua y la gestión de residuos urbanos. Al mismo tiempo, además de gestionar la actividad diaria de la ciudad, persiguen objetivos de desarrollo económico mediante la creación o atracción de actividad económica que amplíen y mejoren su tejido empresarial; muy orientado actualmente a la creación de empleo. Y muchas se enfrentan a estos grandes retos con infraestructuras tecnológicas antiguas y obsoletas, silos de información y procesos muy burocráticos en los que no se colaboran entre las distintas concejalías y organismos, falta de objetivos comunes alineados para toda la ciudad, que complican enormemente acometer nuevas iniciativas de valor global para la ciudad.

El concepto de *Smart City* puede ayudar a estructurar un enfoque global para responder a estos grandes retos. En las definiciones que veíamos antes, la *Smart City* es una solución que con el apoyo de la tecnología, abarca la transformación de la ciudad de forma sostenible y escalable, con apertura a los ciudadanos y negocios y con transparencia en la gestión. Una de las principales palancas del crecimiento sostenible es implantar una cultura de la innovación y fomentar la colaboración e involucración de los ciudadanos y empresas en los problemas diarios de la ciudad y en la búsqueda e implantación de soluciones. Los ciudadanos, con el nivel actual de

acceso a la tecnología de la sociedad, son los principales «sensores» que tienen actualmente a su disposición los gestores municipales.

IBM ha realizado un estudio muy interesante y revelador, que concluye que las empresas de mayor éxito aplican de manera sistematizada iniciativas de analítica de datos en toda su organización para tomar decisiones más informadas e inteligentes, actuar con mayor rapidez y optimizar los resultados (46). Pero, más allá de la tecnología, existe una cuestión fundamental que responder: ¿cómo pueden las organizaciones rentabilizar sus inversiones en analítica aprovechando la cantidad de datos existente y su rápido crecimiento? El estudio de IBM concluye que hace falta una coordinación adecuada entre estrategia, tecnología y estructura organizativa.

Las estrategias de implantación de la analítica deben ayudar a cumplir los objetivos empresariales más importantes; la tecnología existente tiene que sustentar la estrategia de analítica; y la cultura de la organización ha de evolucionar para que el personal adopte esta tecnología. La correcta coordinación entre estas tres dimensiones claves es necesaria para generar resultados tangibles.

IBM identifica nueve palancas que permiten a las organizaciones generar valor a partir de un volumen de datos en constante crecimiento proveniente de diversas fuentes; un valor que resulta del conocimiento que se ha generado y de las acciones adoptadas en todos los niveles de la organización (47).

Estas nueve palancas representan los conjuntos de capacidades que más diferenciaban a los líderes de los demás encuestados:

✓ **Cultura:** disponibilidad y uso de datos y análisis en la organización

✓ **Datos:** estructura y formalidad de los procesos de gobierno de datos de la organización y de la seguridad de sus datos

✓ **Conocimientos:** desarrollo de competencias y capacidades de gestión y analítica de datos, así como acceso a las mismas

✓ **Financiación:** rigor financiero del proceso de financiación de los análisis

✓ **Medición:** evaluación del impacto sobre los resultados de negocio

✓ **Plataforma:** capacidades integradas proporcionadas por el hardware y el software

✓ **Fuente de valor:** acciones y decisiones que generen resultados

✓ **Patrocinio:** apoyo e implicación de la dirección

✓ **Confianza:** confianza de la dirección

Las conclusiones de este estudio de IBM son totalmente aplicables a las corporaciones municipales y a todo su ecosistema de empresas y organismos, que deben alinear sus objetivos estratégicos, la tecnología y su estructura organizativa; más allá de ciclos electorales que no harían viable la implantación y adopción de una verdadera cultura de la innovación.

Factores críticos de éxito ↓

Compromiso de los dirigentes municipales. Como toda transformación (y la implantación de soluciones *Big Data* requiere una importante transformación para poder tener éxito), la implantación de soluciones *Big Data* como palanca tecnológica necesaria para el desarrollo de la *Smart City*, requiere un fuerte compromiso de los dirigentes municipales al máximo nivel para superar las barreras al cambio que aparecerán durante su implantación y despliegue.

Las restricciones políticas o limitaciones ejecutivas son el principal factor limitante para la obtención de mayor valor de las iniciativas de analítica de datos. El 62% de las organizaciones indica estas limitaciones como el principal obstáculo para la puesta en valor de los datos; aunque lo que diferencia a las líderes es una pauta visible de puesta en marcha de procesos que minimizan estas limitaciones (48).

Cultura de confianza y colaboración. Para tener éxito en la implantación de analítica *Big Data* en la *Smart City* es fundamental implantar la cultura de la confianza y la colaboración en el ADN en todos los niveles de la organización municipal, en todos los organismos y agencias y extenderlo al ecosistema de empresas y ciudadanos que participan.

La confianza afecta directamente a la capacidad de una organización de extraer valor de los datos; o mejor dicho, la falta de confianza es uno de los obstáculos más importantes para la generación de valor.

Los casos de uso de la *Smart City* que aportan mayor valor con aquellos que se construyen con datos e información de fuentes muy diversas, que proporcionan la visión global y completa que podremos convertir en conocimiento para mejorar la actuación y servicios municipales. Las ciudades no siempre tienen a su disposición toda la información necesaria. Sin la colaboración del ecosistema completo de ciudadanos y empresas, organismos y empresas municipales, etc. los casos de uso de la *Smart City* verán limitado su generación de valor.

Dueños de la información: En muchos casos nos encontramos que las distintas áreas de la ciudad se sienten dueños de los datos que gestionan o capturan, gestionan sus propios procesos y no existe una cultura de la «colaboración transparente». Con colaboración transparente me refiero a que los datos e información estén disponibles para todo el ecosistema municipal, en un modelo de Datos Abiertos.

Por otro lado, muchos servicios municipales son realizados por empresas privadas que disponen de mucha información que no se proporciona a la corporación municipal, más allá de los indicadores de gestión, los datos operativos que permitan medir los acuerdos de nivel de servicios y la información exigida en los pliegos correspondientes. Actualmente se está reconociendo el valor de disponer de toda la información para tener mayor control y conocimiento de los procesos, y de esta forma poder realizar mejoras y elaborar mejores pliegos en futuras licitaciones. La tendencia actual es incluir en los pliegos la obligatoriedad de proporcionar toda la información disponible, que pasa a ser propiedad de la ciudad. Esta situación hace que desarrollar casos de uso de valor o iniciativas innovadoras que impliquen a diferentes áreas o empresas, o necesiten información de diferentes fuentes requiera mucho esfuerzo y desgaste que no aporta ningún valor, consume muchos recursos y ralentiza su progreso.

Tanto la información histórica como la generada y capturada diariamente en los procesos y servicios municipales pertenecen o son gestionados por la ciudad. Debe existir un modelo de gobierno y gestión de la información que garantice por un lado la seguridad y privacidad y por otro la calidad y fiabilidad; que permita poner la información disponible a disposición del ecosistema municipal para obtener el mayor valor de su utilización.

Fuente de valor. Las capacidades analíticas proporcionadas por las soluciones *Big Data* son enormes. Pero solo tienen sentido si se enfocan en la creación de valor para la ciudad. Por tanto, antes de acometer cualquier iniciativa, es fundamental entender los objetivos estratégicos de la ciudad e identificar el valor que aporta el *Big Data* para su consecución. Las organizaciones que obtengan más valor del *Big Data* serán aquellas que entiendan claramente cuál es la fuente de ese valor y dirijan sus esfuerzos en consecuencia. Casi la mitad de las empresas líderes seña-

lan que los datos y su análisis influyen significativamente en las estrategias de negocio y los resultados operativos de sus organizaciones. La quinta parte más destacada de estos líderes basa sus decisiones de negocio en información proporcionada por la analítica de datos. Tras la medición de los resultados, la mayoría rentabiliza su inversión en analítica de datos en menos de 12 meses, llegando a ser menor de 6 meses en el 40% de las empresas líderes (49).

Capital humano: conocimientos. Las iniciativas *Smart Cities* y los proyectos de *Big Data* son aún muy recientes. Actualmente existe un déficit importante a nivel global de profesionales formados y con experiencia en estas tecnologías, que puede ser uno de los principales obstáculos para la implantación de analítica de datos *Big Data* en la *Smart City*.

IBM destaca que una tercera parte de las organizaciones citaron la falta de competencias para analizar y convertir los datos en acciones significativas como el escollo más importante para mejorar el uso de técnicas analíticas en sus organizaciones (50). Y se espera que este problema se agrave. Según Gartner, en 2015 la demanda de perfiles analíticos y de datos ascenderá a 4,4 millones de empleos en todo el mundo, de los cuales solamente se cubrirá una tercera parte (51).

Puede ser muy interesante para las ciudades y organizaciones promover iniciativas de educación, atracción de talento y creación de proyectos empresariales en esta área de la analítica de datos y *Smart City*. Las ciudades y organizaciones que conscientes del valor y las cualidades inherentes de estos recursos tomen la iniciativa podrán generar riqueza y puestos de trabajo de alta cualificación en un sector de gran futuro, y podrán disponer del capital humano necesario para desarrollar casos de uso y aplicaciones *Smart City* y *Big Data* de gran valor añadido.

NOTAS †

- [1] Red Española de Ciudades Inteligentes (RECI): http://www.redciudadesinteligentes.es/sobre-la-red/quienes-somos/ampliar.php/ld_contenido/301/v/0/
- [2] Gartner. Market Trends: Business Intelligence Platforms Key to Managing Big Data in Smart Cities (G00225073)
- [3] IDC Government Insight: Worldwide SmartCity 2013 Top 10 Predictions (#G1239209)
- [4] Ibid
- [5] IDC Government Insights: Smart Cities Strategies: #G1243301. «Business Strategy: Smart City Essentials - Six Ways to Drive Innovation in Your City»
- [6] IDC Government Insights' Worldwide Smart City Taxonomy, 2014.
- [7] Gartner. Market Trends: Business Intelligence Platforms Key to Managing Big Data in Smart Cities (G00225073).
- [8] IBM Institute for Business Value: Analítica de datos: un proyecto de generación de valor.
- [9] «Gartner Predicts 2013: Information Innovation». Gartner Research. 14 de diciembre de 2012. G00246040, página 2, «Strategic planning assumptions».

- [10] IBM Redpaper publication, Performance and Capacity Implications for Big Data, REDP-5070
- [11] IBM Redpaper publication, Smarter Analytics: Information Architecture for a New Era of Computing, SG24-5012. <http://www.redbooks.ibm.com/abstracts/redp5012.html>
- [12] «Apply new analytics tools to reveal new opportunities», IBM Smarter Planet website, Business Analytics page. http://www.ibm.com/smarterplanet/us/en/business_analytics/article/it_business_intelligence.html
- [13] John Gantz and David Reinsel, «The Digital Universe in 2020: Big Data, Bigger Digital Shadows, and Biggest Growth in the Far East». IDC, for EMC Corporation, December 2012. <http://www.emc.com/collateral/analyst-reports/idc-the-digital-universe-in-2020.pdf>
- [14] IBM Redpaper publication, Performance and Capacity Implications for Big Data, REDP-5070
- [15] Gartner. Market Trends: Business Intelligence Platforms Key to Managing Big Data in Smart Cities (G00225073).
- [16] IDC Government Insight: Worldwide SmartCity 2013 Top 10 Predictions (#G1239209).
- [17] Ibid.
- [18] Gartner. Market Trends: Business Intelligence Platforms Key to Managing Big Data in Smart Cities (G00225073).
- [19] Gartner: <http://www.gartner.com/newsroom/id/2621015>
- [20] ABI Research: <https://www.abiresearch.com/press/more-than-30-billion-devices-will-wirelessly-conne>
- [21] Red.es: Decálogo Reutilizador de datos del sector público. http://datos.gob.es/sites/default/files/decalogo_reutilizador.pdf
- [22] IDC Government Insight: Worldwide SmartCity 2013 Top 10 Predictions (#G1239209)
- [23] www.data.gov
- [24] The McKinsey Global Institute: Open data: Unlocking innovation and performance with liquid information.
- [25] IDC Government Insight: Worldwide SmartCity 2013 Top 10 Predictions (#G1239209).
- [26] IBM Redpaper publication, Performance and Capacity Implications for Big Data, REDP-5070.
- [27] IDC White Paper: Big Data: Trends, Strategies, and SAP Technology (#236135).
- [28] IBM Redpaper publication, Performance and Capacity Implications for Big Data, REDP-5070.
- [29] Ibid.
- [30] IBM. The four V's of Big Data. <http://www.ibmbigdatahub.com/infographic/four-vs-big-data>
- [31] DC White Paper: Big Data: Trends, Strategies, and SAP Technology (#236135).
- [32] Divyakant Agrawal, Philip Bernstein, Elisa Bertino, et al. «Challenges and Opportunities with Big Data». Princeton University white paper, 2012. <http://www.purdue.edu/discoverypark/cyber/assets/pdfs/BigDataWhitePaper.pdf>
- [33] IBM. The four V's of Big Data. <http://www.ibmbigdatahub.com/infographic/four-vs-big-data>
- [34] IDC White Paper: Big Data: Trends, Strategies, and SAP Technology (#236135).
- [35] IBM. The four V's of Big Data. <http://www.ibmbigdatahub.com/infographic/four-vs-big-data>
- [36] IDC White Paper: Big Data: Trends, Strategies, and SAP Technology (#236135)-
- [37] IBM. The four V's of Big Data. <http://www.ibmbigdatahub.com/infographic/four-vs-big-data>
- [38] Dwaine Snow «Adding a 4th V to BIG Data - Veracity». Blog: Dwaine Snow's Thoughts on Databases and Data Management, 2012. <http://dsnowondb2.blogspot.com/2012/07/adding-4th-v-to-big-data-veracity.html>
- [39] IBM Redpaper publication, Performance and Capacity Implications for Big Data, REDP-5070
- [40] Gartner. Market Trends: Business Intelligence Platforms Key to Managing Big Data in Smart Cities (G00225073)

- [41] IBM Institute for Business Value: Analítica de datos: un proyecto de generación de valor.
- [42] IDC Government Insights' Worldwide Smart City Taxonomy, 2014.
- [43] IDC White Paper: Big Data: Trends, Strategies, and SAP Technology (#236135).
- [44] Gartner. Market Trends: Business Intelligence Platforms Key to Managing Big Data in Smart Cities (G00225073).
- [45] Ibid.
- [46] IBM Institute for Business Value: Analítica de datos: un proyecto de generación de valor.
- [47] Ibid.
- [48] Ibid.
- [49] Ibid.
- [50] Ibid.
- [51] «Gartner's Top Predictions for IT Organizations and Users, 2013 and Beyond: Balancing Economics, Risk, Opportunity and Innovation». Gartner Research. 19 de octubre de 2012.

BIBLIOGRAFÍA ▼

RED ESPAÑOLA DE CIUDADES INTELIGENTES (RECI): http://www.redciudadesinteligentes.es/sobre-la-red/quienes-somos/ampliar.php/Id_contenido/301/v/0/

IBM INSTITUTE FOR BUSINESS VALUE: Analítica de datos: un proyecto de generación de valor. http://www.ibm.com/midmarket/es/es/att/pdf/Analitica_de_datos_para_pymes.pdf

IBM REDPAPER PUBLICATION, Performance and Capacity Implications for Big Data, REDP-5070. <http://www.redbooks.ibm.com/abstracts/redp5070.html>

IBM REDPAPER PUBLICATION, Smarter Analytics: Information Architecture for a New Era of Computing, SG24-5012. <http://www.redbooks.ibm.com/abstracts/redp5012.html>

IBM. The four V's of Big Data. <http://www.ibmbigdatahub.com/infographic/four-vs-big-data>

GARTNER. Market Trends: Business Intelligence Platforms Key to Managing Big Data in Smart Cities (G00225073)

GARTNER: <http://www.gartner.com/newsroom/id/2621015>

ABI Research: <https://www.abiresearch.com/press/more-than-30-billion-devices-will-wirelessly-conne>

IDC Government Insight: Worldwide SmartCity 2013 Top 10 Predictions (#G1239209).

IDC Government Insights: Smart Cities Strategies: #G1243301. «Business Strategy: Smart City Essentials - Six Ways to Drive Innovation in Your City».

IDC Government Insights' Worldwide Smart City Taxonomy, 2014.

«GARTNER Predicts 2013: Information Innovation». Gartner Research. 14 de diciembre de 2012. G00246040, página 2, "Strategic planning assumptions".

IDC White Paper: Big Data: Trends, Strategies, and SAP Technology (#236135).

THE MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE: Open data: Unlocking innovation and performance with liquid information. http://www.mckinsey.com/insights/business_technology/open_data_unlocking_innovation_and_performance_with_liquid_information

RED.ES: Decálogo Reutilizador de datos del sector público. http://datos.gob.es/sites/default/files/decalogo_reutilizador.pdf

«Apply new analytics tools to reveal new opportunities», IBM Smarter Planet website, Business Analytics page. http://www.ibm.com/smarterplanet/us/en/business_analytics/article/it_business_intelligence.html

JOHN GANTZ and DAVID REINSEL: «The Digital Universe in 2020: Big Data, Bigger Digital Shadows, and Biggest Growth in the Far East». IDC, for EMC Corporation, December 2012 <http://www.emc.com/collateral/analyst-reports/idc-the-digital-universe-in-2020.pdf>

DIVYAKANT AGRAWAL, PHILIP BERNSTEIN, ELISA BERTINO, et al. «Challenges and Opportunities with Big Data». Princeton University white paper, 2012. <http://www.purdue.edu/discoverypark/cyber/assets/pdfs/BigDataWhitePaper.pdf>

DWAINE SNOW: «Adding a 4th V to BIG Data - Veracity». Blog: Dwaine Snow's Thoughts on Databases and Data Management, 2012. <http://dsnowondb2.blogspot.com/2012/07/adding-4th-v-to-big-data-veracity.html>

«Gartner's Top Predictions for IT Organizations and Users, 2013 and Beyond: Balancing Economics, Risk, Opportunity and Innovation». Gartner Research. 19 de octubre de 2012.