



**TESIS DE GRADO  
EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**BUENOS AIRES... ¿INTELIGENTE?**

Autor: María Florencia Fuchs

Director de tesis: Ing. Pablo Bereciartúa

-2010-



## DESCRIPTOR BIBLIOGRÁFICO

En el presente proyecto se ha desarrollado el concepto de las smart cities analizando los objetivos que persigue, las aplicaciones que propone y las tecnologías involucradas. Se han presentado los principales proyectos a nivel global y la situación actual de las ciudades más inteligentes del mundo. por último se ha estudiado la situación de Buenos Aires: sus problemáticas urbanas y su impacto sobre la calidad de vida y del medio ambiente natural. Se han estudiado además los proyectos e inversiones actuales de la ciudad en búsqueda de la solución de estas problemáticas. Finalmente se han evaluado las alternativas para Buenos Aires en base al concepto de ciudades inteligentes estimando los costos y beneficios así como las principales barreras existentes.



## RESUMEN EJECUTIVO

El mundo se encuentra atravesando un periodo de fuerte urbanización que no solo tiene efectos positivos sobre las ciudades y sus poblaciones, sino que además genera una saturación de los sistemas e infraestructuras urbanas y de su medio ambiente natural. Esta situación impacta directamente sobre la calidad de vida de los ciudadanos y sobre la sustentabilidad a largo plazo de las ciudades. Para resolver esta situación las ciudades necesitan volverse inteligentes.

Las smart cities consisten en un modelo sustentable de provisión de servicios e información con el fin de facilitar la vida urbana y así mejorar la calidad de vida, al mismo tiempo que se pretende minimizar el impacto sobre el ambiente natural. Para esto se propone la implementación de las tecnologías de la información y la comunicación en los componentes más afectados por el crecimiento urbano: administración pública, educación, salud, seguridad, bienes inmuebles, transporte y servicios de provisión de agua y energía.

Una característica principal de las tecnologías propuestas es la conectividad de distintos objetos a través de Internet, conformando lo que se conoce como la "Internet de las cosas". Esto posibilita la disponibilidad de información en tiempo real para una toma de decisiones más eficiente y en algunos casos automatizada, lo cual mejoraría la calidad de vida y del ambiente.

Existen diferentes aplicaciones desarrolladas en este ámbito. Empresas como IBM y Cisco se destacan por su participación en la implementación de proyectos específicos a nivel global. Sin embargo actualmente no existen ciudades realmente inteligentes, sino que se limitan a aplicaciones puntuales según las necesidades específicas de cada ciudad. Los ámbitos donde se verifica mayor nivel de desarrollo son el transporte y la energía. Por otro lado se están construyendo ciudades nuevas bajo el concepto de smart cities.

Dado que el concepto se encuentra en pleno desarrollo y que las aplicaciones son variables conforme a las necesidades específicas de cada ciudad, no existe un diseño estandarizado de ciudad inteligente ni un modelo para su administración. Sin embargo puede recurrirse a herramientas como la dinámica de sistemas y la simulación para comprender cada caso en particular en busca de las mejores soluciones y de predecir su comportamiento.

Entre las principales implicancias que deberán considerarse en el diseño de las ciudades inteligentes se destacan el aumento en su complejidad, la necesidad de centros de cómputos de mayor capacidad para controlar los sistemas

urbanos, y el impacto sobre los derechos y obligaciones de los ciudadanos, cuya privacidad podrá ser fácilmente invadida a través del acceso a la red.

En Buenos Aires se verifica la existencia de múltiples problemáticas que afectan la vida cotidiana de sus ciudadanos así como las condiciones medioambientales. Entre ellas se destacan es estado del tránsito, la red eléctrica y los residuos urbanos. La ciudad se encuentra implementando diversos proyectos en busca de solucionar estas situaciones. Puede verificarse que en cierto modo algunas de estas medidas se encuentran orientadas a los conceptos generales de las smart cities, pero fundamentalmente se trata de proyectos necesarios para la mejora de infraestructuras básicas. Se destaca además la ausencia de proyectos en materia energética.

Analizando las posibilidades que representa el concepto de smart cities para Buenos Aires en los ámbitos de tránsito y transporte y de energía, se verifica la factibilidad técnica y económica de implementar la semaforización inteligente para una gestión dinámica del tránsito, y de sistemas de cogeneración de energía eléctrica en edificios privados. Sin embargo existen numerosas barreras, principalmente políticas, que dificultan que Buenos Aires pueda iniciar una conversión hacia una ciudad inteligente en el mediano plazo.

## EXECUTIVE SUMMARY



## TABLA DE CONTENIDOS

I – INTRODUCCIÓN Y DESARROLLO DEL CONCEPTO DE SMART CITIES.....	1
1.1- <i>Urbanización: desafíos y oportunidades</i> .....	1
1.2- <i>El concepto de smart cities</i> .....	10
1.3- <i>Requisitos e impactos asociados a las smart cities</i> .....	14
II- PROYECTOS PARA EL DESARROLLO DE SMART CITIES Y TECNOLOGÍAS INVOLUCRADAS .....	17
2.1 – <i>Tecnologías involucradas en las smart cities</i> .....	17
2.2- <i>Aplicaciones de las TICs en las smart cities</i> .....	29
2.3 – <i>Principales proyectos orientados a las smart cities</i> .....	50
III - SITUACIÓN GLOBAL: CIUDADES INTELIGENTES DEL MUNDO .....	69
3.1- <i>Introducción</i> .....	69
3.2 – <i>Contexto global en materia de inteligencia y sustentabilidad</i> .....	70
3.3 – <i>Las ciudades más inteligentes</i> .....	76
3.4 – <i>Las nuevas smart cities</i> .....	92
3.5 – <i>Conclusiones generales sobre smart cities</i> .....	97
IV - SITUACIÓN DE BUENOS AIRES Y RECOMENDACIONES .....	101
4.1 – <i>Introducción</i> .....	101
4.2 – <i>Situación actual y problemáticas de la ciudad</i> .....	104
4.3 – <i>Proyectos e inversiones vigentes</i> .....	121
4.4 – <i>Análisis de las aplicaciones de smart cities</i> .....	133
4.5 - <i>Conclusiones</i> .....	143
BIBLIOGRAFÍA.....	145

# I - INTRODUCCIÓN Y DESARROLLO DEL CONCEPTO DE SMART CITIES

## 1.1- URBANIZACIÓN: DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES

El mundo se encuentra atravesando un período revolucionario en lo que respecta a urbanización. Debido al rápido crecimiento urbano de las últimas décadas, en el 2008 la población urbana mundial ha equiparado a la rural, y según Naciones Unidas, prácticamente todo el crecimiento demográfico mundial previsto hasta el 2050 (2,5 billones de personas) se concentrará en las ciudades, que para entonces albergarán aproximadamente al 70% de la población mundial. Además de este crecimiento, se presentará un fuerte fenómeno de migración de las áreas rurales a las ciudades. Consecuentemente la población urbana observará un crecimiento de 3,2 billones de habitantes. Esta evolución puede observarse en la figura 1.1.

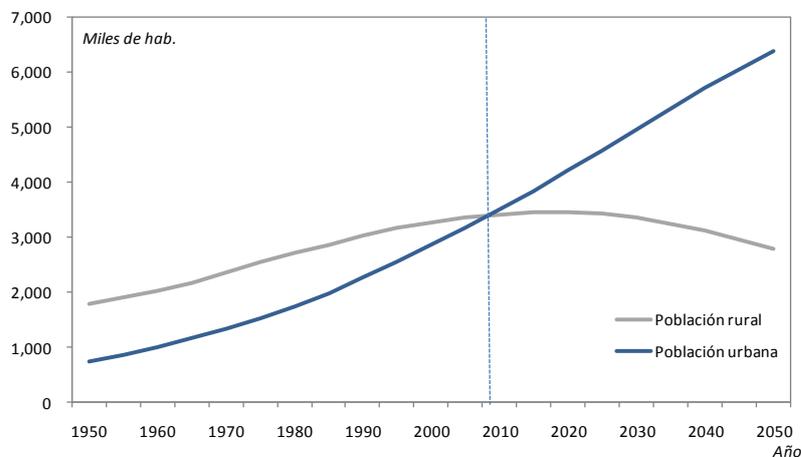


Figura 1.1: Población global 1950-2050

Este crecimiento urbano, como se observa en la figura 1.2, se dará principalmente en ciudades de áreas menos desarrolladas como Asia, África y América Latina y Caribe, mientras en las ciudades más desarrolladas se presentó más temprano, alcanzándose altos niveles de concentración urbana en 1950. Sin embargo esto no significa que no se profundice aún más este fenómeno. En 2007, según la figura 1.3, la concentración urbana en países desarrollados fue del 74% y en los menos desarrollados del 44%. Para 2050 se espera que las ciudades desarrolladas alberguen al 86% de la población de esas áreas, mientras que las menos desarrolladas alcanzarían una concentración del 67%.

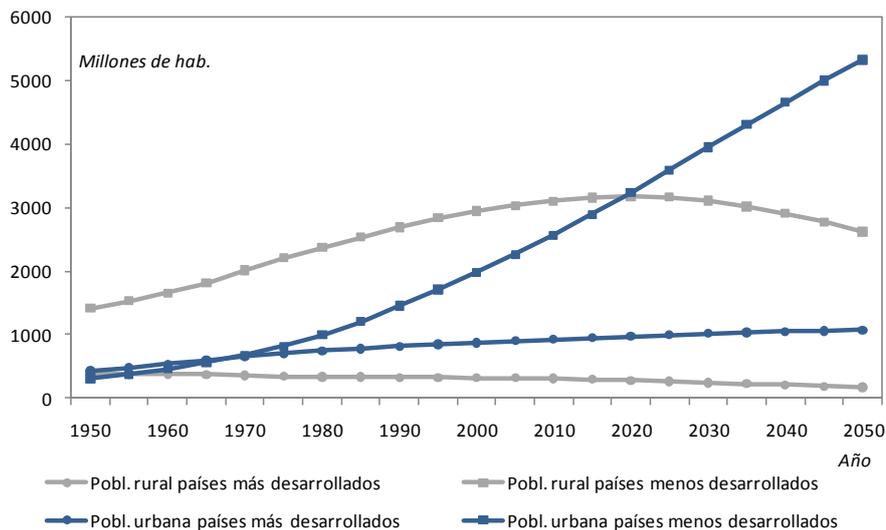


Figura 1. 2: Población según áreas de desarrollo 1950-2050<sup>1</sup>

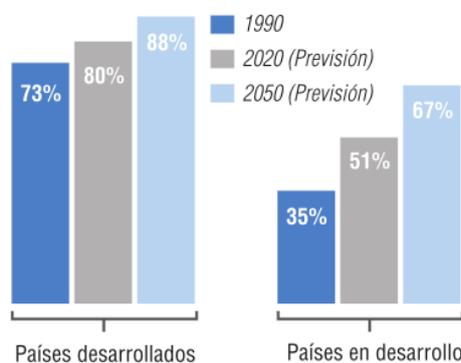


Figura 1. 3: Porcentaje de población total que habita en ciudades 1990-2050 (previsión)<sup>2</sup>

América Latina es una excepción entre las áreas menos desarrolladas dado que actualmente cuentan con un 78% de población urbana, mayor a Europa (77%). Particularmente Argentina cuenta con un 92,4% de población urbana. La figura 1.4 demuestra cómo fue evolucionando la concentración urbana en los distintos países del mundo.

<sup>1</sup> Fuente: United Nations, Department of Economics and Social Affairs, Population división: World Population Prospects. The 2007 revision.

<sup>2</sup> Fuente: Análisis de datos de Naciones Unidas del IBM Institute for Business Value.

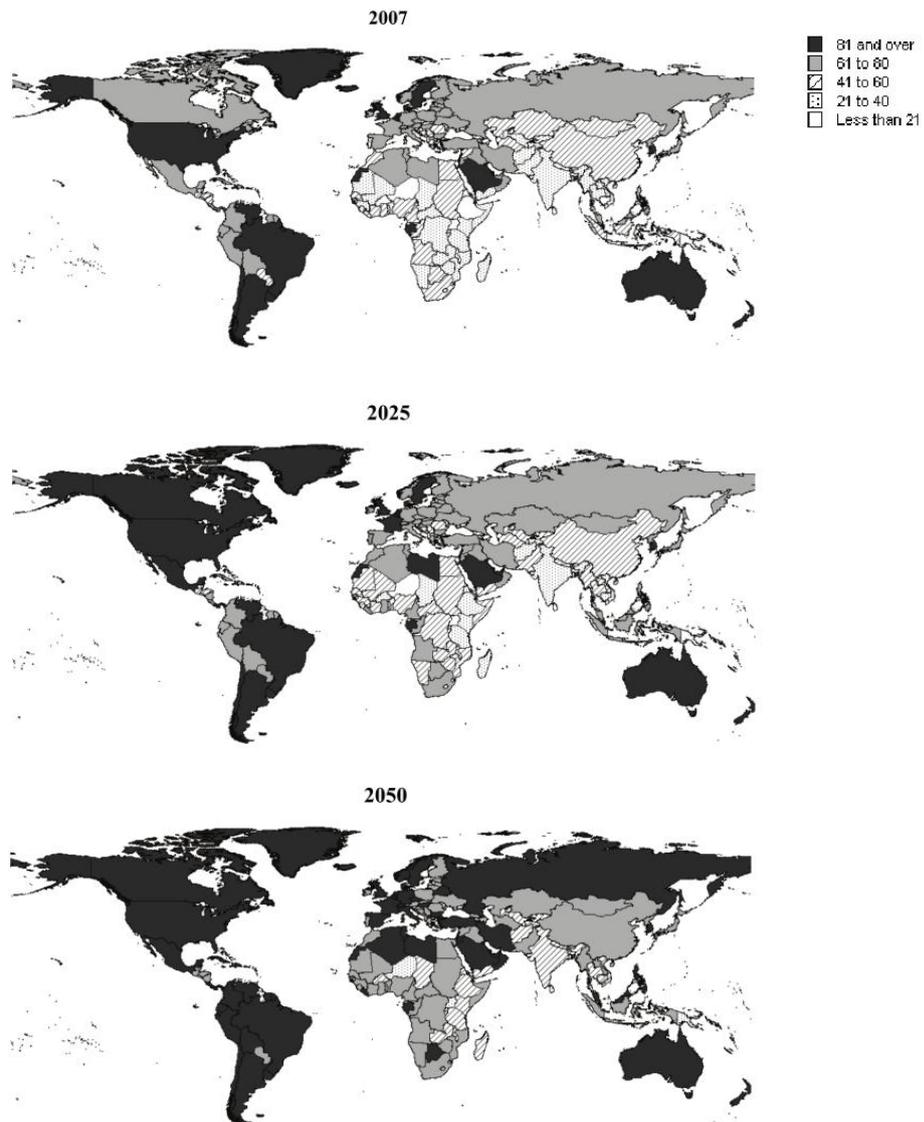


Figura 1. 4: Porcentaje de población en áreas urbanas 2007, 2025 y 2050<sup>3</sup>

En este contexto, las ciudades han asumido un rol central ejerciendo mayores influencias políticas y económicas. Económicamente están convirtiéndose en núcleos de la sociedad globalmente integrada basada en servicios; y políticamente cobran mayor influencia y responsabilidad.<sup>4</sup> Los agentes que verdaderamente compiten en el mercado actual no son los Estados sino las ciudades.

Más allá de las diferencias existentes entre los países desarrollados y en desarrollo, es en las ciudades donde se encuentran los mejores niveles de capital intelectual con educación superior y capacidad de innovación, mejor

<sup>3</sup> Fuente: United Nations, Department of Economics and Social Affairs, Population division: World Population Prospects. The 2007 revision.

<sup>4</sup> Fuente: Una visión sobre ciudades más inteligentes. IBM. 2009

calidad de telecomunicaciones y capital físico. En los últimos 10 años, se ha producido un cambio fundamental en las estrategias de las grandes ciudades: hoy la clave es la formación, la retención y captación de talento.<sup>5</sup>

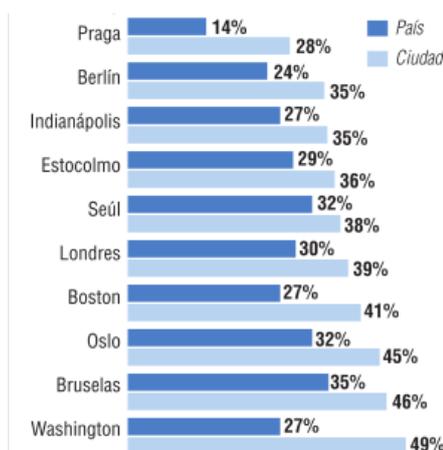


Figura 1. 5: Porcentaje de empleados con formación superior con respecto a la media del país en 2005<sup>6</sup>

Al mismo tiempo, las ciudades ofrecen a los ciudadanos una serie de beneficios sociales como salud y educación, además de la infraestructura en canales de comunicación e información, además de dos recursos principales para la actividad económica y social: agua y energía. Esta infraestructura y recursos son también utilizados por los negocios que dan prosperidad a las ciudades. Así las ciudades son la cuna de los procesos creativos y una respuesta a los retos de la sostenibilidad.

La aglomeración de la población en las ciudades, si bien refleja el éxito de la industrialización, genera requerimientos de servicios, infraestructura, recursos y bienes de consumo que no crecen al mismo ritmo que la población. Estas demandas insatisfechas convierten a las ciudades en ambientes hostiles, al mismo tiempo que la administración pública va perdiendo control sobre sus espacios y recursos. Simultáneamente se generan efectos nocivos en la calidad del medio ambiente urbano que impacta directamente sobre la calidad de vida de la población. El impacto ecológico se percibe en problemas como la contaminación del aire, del agua y del suelo, escasez de espacios verdes, carencia de infraestructura de servicios, desastres producidos por inundaciones, precipitación de lluvia ácida y reducción de la capa de ozono, así como el efecto invernadero y el cambio climático global. Además de afectar la vida social, estas problemáticas dificultan el adecuado funcionamiento y

<sup>5</sup> Fuente: Estudio Proyecto Cities. Vegara. Director de la Fundación Metrópoli.

<sup>6</sup> Fuente: Análisis de datos de la OCDE y del censo de EEUU del IBM Institute for Business Value

desarrollo de las actividades económicas, amenazando la prosperidad de las mismas ciudades.

Resolver esta situación implica nuevos desafíos a los servicios e infraestructura de las ciudades al mismo tiempo que crea nuevas oportunidades económicas. El diseño e inversiones a realizar son una oportunidad económica desde el punto de vista que permite desarrollar nuevas áreas, generando trabajo, y ampliando el acceso a servicios por parte de toda la población de modo de disminuir la pobreza y la exclusión social. Como se podrá ver, estos desafíos no son solo significativos en sí mismos sino que se encuentran interrelacionados.

El agua es un recurso indispensable para la vida y la economía. El mundo utiliza agua para procesar materia prima, fabricar productos, generar electricidad y transportar gente y mercadería. Cada vez que se compra o vende un bien o servicio, existe un virtual intercambio de agua: 2.646 litros de agua son necesarios para fabricar una remera de algodón, 7.560 litros para hacer un litro de leche y 147.420 litros para fabricar un automóvil.<sup>7</sup> Actualmente las ciudades utilizan el 60% del agua destinada para consumo doméstico<sup>8</sup> y su crecimiento y desarrollo económico implican aumentos en la demanda de agua. En los últimos 100 años el uso de agua global aumentó a una tasa que duplica la del crecimiento de la población.

Debe considerarse además que el cambio climático generará un aumento en la demanda de agua por parte de la agricultura, principalmente para irrigación, debido a las mayores sequías. Se estima para el año 2080 un aumento del 80% en la demanda para irrigación. Generará además mayor la demanda de agua para refrigeración industrial al aumentar la temperatura del ambiente. Al mismo tiempo que aumenta la demanda, el cambio climático producirá una disminución de la capacidad de almacenaje de agua al derretirse los glaciares con el aumento de la temperatura, reduciendo la disponibilidad de agua a largo plazo; habrá mayores sequías al cambiar las condiciones de precipitación, y se verá afectada la infraestructura de aprovisionamiento de agua debido a inundaciones y al aumento del nivel del mar.

La infraestructura existente para el almacenamiento, tratamiento y distribución de agua no ha sido diseñada para soportar las nuevas condiciones climáticas ni para capturar mayores volúmenes, con lo cual no será posible satisfacer la creciente demanda. Por otro lado, actualmente el sistema crece de manera

---

<sup>7</sup> Fuente: IBM Institute for Business Value

<sup>8</sup> Fuente: Una visión sobre ciudades más inteligentes. IBM Institute for Business Value

poco planificada, de modo que resulta imposible una adecuada supervisión del funcionamiento del sistema y de las obras públicas requeridas para paliar las crecientes necesidades, lo cual dificulta la planificación a largo plazo.

Es evidente que el acceso simple y a bajo costo al agua se está terminando, representando una amenaza para el desarrollo de las economías y sociedades del mundo. Por otro lado, ocurre que menos de la mitad del suministro global de agua es aprovechado. Se estima que la agricultura global desperdicia un 60% de los 2.500 billones de litros que utiliza anualmente y además los municipios pierden hasta 50% de su provisión de agua a través de filtraciones en la infraestructura. Los desperdicios no solo generan grandes pérdidas económicas sino que además representan un límite al crecimiento. En medio de toda esta ineficiencia, una de cada cinco personas en el mundo aún no tiene acceso a agua potable limpia y segura. Las Naciones Unidas predicen que cerca de la mitad de la población mundial va a experimentar una crítica escasez de agua en 2080 si no se toman las medidas necesarias.

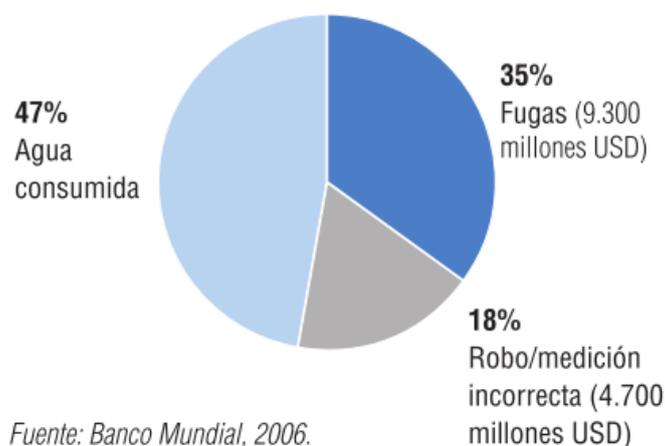


Figura 1. 6: Consumo de suministro de agua mundial y costos estimados<sup>9</sup>

Ante el creciente aumento de la demanda, resulta indispensable realizar mejoras al sistema existente previo a la ampliación de las capacidades de almacenamiento, tratamiento y distribución de agua, de modo de promover un sistema sustentable.

Lo mismo ocurre en el caso de la energía. Tanto el desarrollo de las economías como el crecimiento de la población urbana producen un aumento acelerado en la demanda de energía. actualmente varios países de todo el mundo pierden entre el 40% y el 70% de su energía eléctrica debido a las ineficiencias del sistema actual. Según la EIA<sup>10</sup>, se proyecta un aumento del 44% en la

<sup>9</sup> Fuente: Banco Mundial, 2006.

<sup>10</sup> Fuente: US Energy Information Administration

demanda de energía global entre el 2006 y 2030. En las economías en desarrollo el aumento se estima en un 73%. Como consecuencia puede evidenciarse, incluso en la actualidad, el desabastecimiento de energía, ya sea eléctrica como combustibles, y una inestabilidad en sus precios.

No solo hay falta de abastecimiento, sino que además los sistemas de energía son inseguros, ineficientes y no sustentables. Los costos aumentan debido a los altos costos de capital necesarios para el desarrollo de nuevas tecnologías además de la tendencia generalizada de importación de energía, particularmente petróleo y sus derivados.

El consumo de energía está fuertemente ligado a la contaminación ambiental debido a las emisiones de dióxido de carbono producidas por la combustión de derivados del petróleo, ya sea en industrias como en automóviles. Estas emisiones son las principales causantes de la contaminación del aire y del efecto invernadero, y por lo tanto del cambio climático. Entre 1990 y 2010 estas emisiones han crecido un 45% principalmente debido al crecimiento de las ciudades, tendencia que seguirá verificándose.

Tanto para abastecer adecuadamente la creciente demanda de energía como para revertir la situación ambiental, es necesario incorporar nuevas formas de energía y mejorar el sistema de generación/distribución de energía eléctrica. Brindar energía segura y sustentable a los ciudadanos es un desafío clave para las ciudades de la próxima generación.

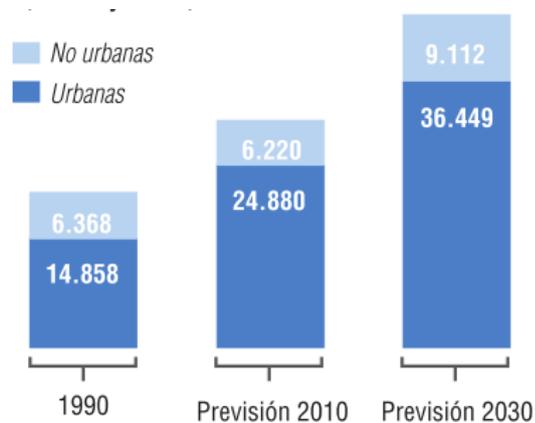


Figura 1. 7: Emisiones mundiales de CO2 (toneladas métricas), urbanas/no urbanas<sup>11</sup>

<sup>11</sup> Fuente: U.S. Energy Information Administration (EIA) Annual outlook 2008; Estimaciones IBM Institute for Business Value

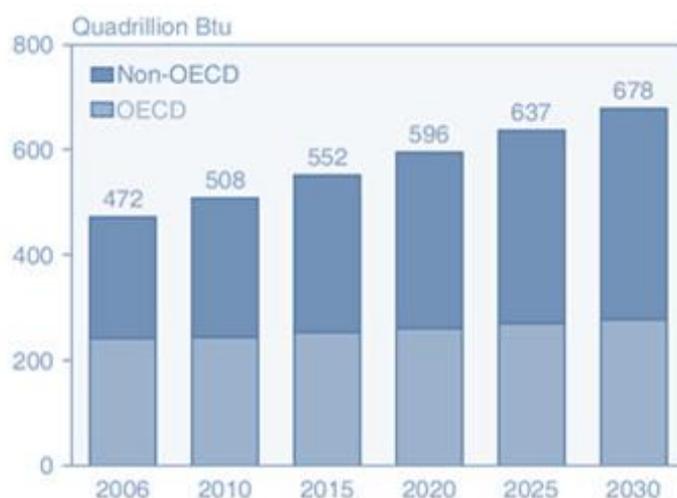


Figura 1. 8: Consumo global de energía por áreas de desarrollo 2006-2030<sup>12</sup>

El actual escenario de calentamiento global y contaminación del aire conrae impactos negativos a la salud humana, principalmente para aquellos que habitan en grandes ciudades donde la contaminación es significativamente mayor.

Otra problemática relacionada a la urbanización actual es la infraestructura de transporte y comunicación, la cual no está preparada para soportar la creciente población urbana. Esto se observa principalmente en las ciudades en desarrollo donde los problemas de congestión de la vía pública son cotidianos. La urbanización y globalización generan la necesidad en mayor cantidad de personas de viajar diariamente a su lugar de trabajo y más tráfico de transporte en los puertos del mundo. La congestión resultante genera altos costos a las economías además de perjudicar la calidad de vida de los ciudadanos. Se estima que tanto en las ciudades desarrolladas como en desarrollo estos costos alcanzan entre el 1% y 3% del PBI. Principalmente en las ciudades menos desarrolladas ocurre que la infraestructura de transporte público no es suficiente, con lo cual hay cada vez más propietarios de automóviles. A medida que este número crece, habrá cada vez mayor presión sobre la infraestructura vial y, debido a las emisiones de dióxido de carbono asociadas, sobre la sustentabilidad del medio ambiente. Es evidente la necesidad de adaptar la infraestructura de transporte a las nuevas y cada vez más demandantes condiciones urbanas.

Por otro lado, se encuentra que las ciudades tienen cada vez mayores necesidades de conectividad. En los últimos 20 años se ha evidenciado una revolución en las formas de comunicarse e informarse, principalmente a partir de las posibilidades que brinda internet. Sin embargo, mientras la población

<sup>12</sup> Fuente: U.S. Energy Information Administration (EIA)

online ha crecido un 350% desde el año 2000, la gran mayoría de la población mundial es marginal a esta revolución y sus beneficios. Se está dando además mayor importancia a la velocidad de conectividad. En marzo de 2009 el promedio de velocidad para los usuarios de banda ancha variaba desde 4,6 megabits por segundo en Asia a 1,1 en África<sup>13</sup>, pero los administradores de algunas ciudades ya deben comenzar a planificar para un mundo terabit.

Los servicios de salud, seguridad y educación también se ven saturadas con el crecimiento de la población urbana, con lo cual deberán adaptarse para satisfacer la creciente demanda. El sistema sanitario no es realmente un "sistema" ya que no permite relacionar los diagnósticos, la entrega de medicamentos, el personal sanitario, las aseguradoras y los pacientes, además los costos se encuentran fuera de control que amenaza tanto a las personas como a las instituciones.

Las ciudades del mundo tienen el desafío de diseñar e implementar soluciones a estas problemáticas con el fin de lograr un desarrollo sustentable de sus economías, permitiendo el crecimiento y desarrollo de sus sociedades en condiciones adecuadas de calidad de vida.

Es necesario tomar medidas adecuadas para resolver estas problemáticas, asegurando el acceso a servicios, mejorando la calidad de vida urbana y permitiendo un adecuado desarrollo de la población y los negocios. Este desafío es también una oportunidad, y ahora es el momento de aprovecharla. Las poblaciones y el planeta están preparados para el cambio.

La economía mundial ha comenzado a estabilizarse, aunque permanecen desafíos importantes. En el futuro previsible se estarán abordando muchos problemas mundiales urgentes con menos recursos que en la actualidad, en lugar de más. La aplicación de tecnologías más inteligentes logrará resolver estas problemáticas y disponer de más recursos, eliminando los costos de las actuales instituciones. Esto será crítico para las perspectivas económicas de corto y largo plazo. Los líderes de empresas e instituciones de todo el mundo se enfrentan a una oportunidad única para transformar la manera en la que funciona el planeta.

---

<sup>13</sup> Fuente: Una visión sobre ciudades más inteligentes. IBM Institute for Business Value

## 1.2- EL CONCEPTO DE SMART CITIES

A fin de poder guiar el crecimiento urbano hacia una prosperidad sustentable minimizando los impactos negativos tanto hacia la población como al medio ambiente, las ciudades necesitan volverse inteligentes.

Este nuevo concepto se orienta al valor a la comunidad y la economía, y consiste en un modelo sustentable de provisión de servicios e información de modo de facilitar todos los aspectos de la vida urbana. El modelo propone la implementación de una serie de tecnologías, que serán analizadas posteriormente, de modo que, por un lado, todos los ciudadanos estén conectados entre sí a través de una red inteligente, teniendo acceso a información que las tecnologías de la red recogen y transmiten en tiempo real. Esta forma de comunicación pretende ser multicanal, de modo que se otorga al sistema flexibilidad horaria y geográfica además de una mayor capacidad de respuesta. Actualmente existe la capacidad, con herramientas analíticas de software de avanzada de extraer valor de los datos, evidenciando patrones de comportamiento, correlaciones entre variables y valores típicos de los sistemas.

La interconectividad y acceso a la información constantes y multicanalizada, permiten que los ciudadanos puedan tomar decisiones con anticipación, por ejemplo para evitar áreas de tráfico vehicular, modificando las conductas del sistema actual hacia un funcionamiento más eficiente. Pero al mismo tiempo se pretende alcanzar un desarrollo tal que las tecnologías tengan un comportamiento proactivo, anticipándose a las necesidades de cada usuario.

Por otro lado, busca por medio de la aplicación de tecnologías inteligentes, desarrollar nuevas aplicaciones y servicios que transformen los componentes críticos de la infraestructura y servicios de las ciudades en sistemas interconectados, inteligentes y eficientes.

Según Forrester, los siete componentes críticos donde deben implementarse estas tecnologías son: la administración pública, educación, salud pública, seguridad, bienes inmuebles, transporte, y servicios de energía y agua. Estos son justamente los ámbitos en que se presentan los problemas generados por el crecimiento urbano.

La administración pública de las ciudades es un factor fundamental. En la actualidad muchos gobiernos se enfrentan al reto de mejorar la eficiencia y reducir los costos de los servicios que prestan a los ciudadanos. El ritmo de difusión de los servicios a través de Internet, como el banco o el comercio electrónicos, han hecho que los usuarios esperen de los servicios públicos

niveles de calidad similares a los que reciben cuando utilizan servicios ofrecidos por las empresas privadas.

Las necesidades reales de los ciudadanos requieren trámites y procedimientos con distintos organismos públicos que prestan sus servicios de forma diferente a través de canales diferentes. Sólo en raras ocasiones hay una integración real entre los distintos sistemas de información de esos organismos, obligando a los ciudadanos a repetir trámites o a aportar la misma información varias veces. Esta situación además de no ser adecuada para el ciudadano genera importantes costes a los gobiernos, dificulta la agilidad de los organismos y facilita las situaciones de fraude.

Un sistema público inteligente está constantemente informado sobre las condiciones en que se encuentra la ciudad, y es capaz de acceder a la población de manera efectiva, ofreciendo calidad y conocimiento para todos los ciudadanos. El sistema que se alcanza es más ágil, transparente y menos costoso. Un componente clave para facilitar estas funciones son las nuevas tecnologías de la comunicación e información. La evolución hacia la Administración Electrónica se plantea como reto para resolver este tipo de situaciones.

El uso de la tecnología en la educación permite incrementar el acceso de la población a este servicio, y mejorar su calidad al mismo tiempo que se reduce los costos asociados.

En el ámbito de la salud también se presentan situaciones a resolver. El aumento de los costos, el acceso limitado, los altos índices de error, la falta de cobertura, la mala respuesta a las enfermedades crónicas y el largo ciclo de desarrollo de nuevos medicamentos, son problemas que podrían mejorarse si se pudiera vincular el diagnóstico realizado al descubrimiento de fármacos, a los proveedores, a las aseguradoras, a los profesionales, a los pacientes y a las comunidades. Hoy en día, estos componentes, procesos y participantes que forman el gran sistema sanitario no están conectados. La duplicación de documentos y el retraso en las entregas son cada vez más comunes. La información útil es en muchos casos inaccesible. Además, la evolución del planeta conlleva la transformación de las enfermedades, resultando necesario que los sistemas de salud mundiales se adelanten a ellas.

Un sistema de salud inteligente consiste en sistemas de almacenaje digitales y comunicación entre los diferentes centros que conforman el sistema de modo de facilitar y acelerar la determinación de diagnósticos e investigación, reduciendo los errores médicos y mejorando la eficiencia. Las redes de sanidad

inteligentes pueden unir historiales médicos, profesionales de la salud e instalaciones sanitarias para coordinar todas las necesidades de cuidado del paciente, desde el diagnóstico hasta la cura. La disponibilidad de información permitirá conocer con precisión cuándo, dónde y cómo se diseminan las enfermedades, siendo entonces posible restringir su diseminación, manteniendo a la sociedad más saludable.

Por otro lado se habilita a una rápida capacidad de respuesta ante emergencias. El sistema configurado de esta manera permite además tratar pacientes a distancia, ya sea controlando el estado de pacientes que se encuentran en sus propios domicilios, como la realización de intervenciones quirúrgicas remotas.

El acceso a información en tiempo real otorga a los departamentos de policía y bomberos una rápida capacidad de reacción ante emergencias y amenazas. De esta manera se logra mejorar significativamente la seguridad urbana que se observa a partir de una menor cantidad de crímenes y robos.

En la actualidad, muchos de los sistemas que constituyen un edificio tanto de oficinas, como residenciales, plantas industriales y centros comerciales, (calefacción, agua, drenaje, electricidad, etc.) son gestionados de manera independiente. Por medio de la implementación de tecnologías inteligentes, el sistema permitirá reparaciones antes de que cualquier cosa se descomponga, permitirá a las unidades de emergencia responder rápidamente con los recursos necesarios, y permitirá a los consumidores y dueños de negocios monitorear su consumo de energía y emisiones de carbono en tiempo real para que puedan emprender acciones para reducirlos. Todas estas aplicaciones se lograrían a partir de una gestión centralizada y permitirá reducir los costos operativos, aumenta el valor del edificio, y mejora sus capacidades de ocupación. Los beneficios que esto contrae no son solo económicos sino además medio ambientales.

Como se describió previamente, la congestión del tráfico vehicular es uno de los grandes problemas de las ciudades modernas, asociado además a la contaminación ambiental. Para poder resolver las problemáticas asociadas, es importante implementar alternativas más rápidas, convenientes y sustentables. El desarrollo e implementación de estas alternativas requiere de grandes inversiones y tiempo, por lo tanto se están comenzando a implementar sistemas intermedios como los aumentos en las tarifas de peajes para controlar el tráfico a las ciudades. Sin embargo estas medidas perderán eficacia a medida que crecen las ciudades, por lo cual deben desarrollarse ineludiblemente alternativas a largo plazo.

Las nuevas alternativas permitirán, a partir de un mayor acceso a la información en tiempo real, controlar el acceso de los automóviles a la ciudad, y tomar mejores decisiones respecto de la utilización de medios de transporte tanto públicos como privados. Alternativas más avanzadas buscan eliminar el uso de automóviles privados en las grandes ciudades.

Las consecuencias de estos cambios están asociadas a alcanzar un sistema más eficiente y menos costoso, con menores tiempos de viaje y sin congestión, además de menor contaminación ambiental al minimizar las emisiones de dióxido de carbono y reducir el ruido en la ciudad. Todos estos factores contribuyen a una mejor calidad de vida de los habitantes al mismo que tiempo que el sistema urbano se hace más sustentable.

Las nuevas tecnologías aplicadas a la infraestructura de servicios de energía y agua permitiría que los sistemas actuales funcionen de manera más eficiente, además de desarrollar nuevas formas de generación y distribución, con el fin de satisfacer la creciente demanda y disminuir el impacto ambiental.

En lo que respecta a la energía deben tenerse en cuenta dos aspectos. Por un lado lo que se refiere al consumo de energía eléctrica en industrias, vía pública y viviendas, y por otro al consumo de combustibles fósiles principalmente en automóviles. En las ciudades inteligentes estos aspectos no son independientes entre sí.

La ciudad inteligente supone un sistema eléctrico generado a partir de energías renovables con menor impacto ambiental. Otra característica relevante es que no requeriría que la utilización se dé en simultáneo con la generación. En cambio el sistema tendría la capacidad de identificar las necesidades de consumo de cada usuario logrando mayor eficiencia y confiabilidad. Por otro lado, en un sistema inteligente los usuarios tendrían acceso a información respecto de su nivel de consumo, y los costos y niveles de contaminación asociados de modo de generar mayor concientización y autocontrol de manera de disminuir el consumo. Consecuentemente este sistema sería más económico, eficiente y sustentable.

Respecto del consumo de combustibles fósiles como energía para el funcionamiento de automóviles, la propuesta se orienta a la utilización de energías alternativas, como por ejemplo con baterías de recarga eléctrica, que minimicen el impacto ambiental a partir de la reducción de las emisiones gaseosas y de la generación de ruidos. Esto se supone además necesario al considerar que los combustibles son cada vez más costosos, su precio es

variable y que en el largo plazo no serán suficientes para abastecer la demanda. Una alternativa avanzada propone que el sistema de recargas de las baterías de los automóviles se conecte a la red eléctrica inteligente alimentándose de ella al mismo tiempo que ayuda a que la misma distribuya más eficientemente la energía. Es por esto que los sistemas no serían independientes.

El concepto de *smart cities* propone la instalación de sistemas de agua más inteligentes que podrían permitir reducir el desperdicio debido a fugas en tuberías hasta en un 50 por ciento, prevenir la contaminación en ríos y lagos, purificar el agua para hacerla potable. Las tecnologías avanzadas de purificación de agua ayudarán a las ciudades a reciclar y reusar el agua localmente, reduciendo la energía usada para transportar el agua hasta en un 20 por ciento. Los medidores y sensores interactivos serán integrados en sistemas de energía y agua, proporcionando información precisa a las personas y empresas en tiempo real acerca de su consumo de agua, aumentando la concientización, localizando ineficiencias y disminuyendo la demanda.

### 1.3- REQUISITOS E IMPACTOS ASOCIADOS A LAS SMART CITIES

La transformación y generación de ciudades inteligentes es un proyecto cuyo desarrollo e impacto es de largo plazo, por lo cual existe una serie de requisitos básicos que deben cumplirse de modo que sea posible esta futura realidad. Más allá de los requisitos tecnológicos que serán analizados más adelante, las ciudades y su población deben organizarse de manera tal que cada uno cumpla el rol que le corresponde para una adecuada evolución hacia una ciudad inteligente. Pero no solo eso, sino que además los roles deben cumplirse a largo plazo de modo de lograr establecer el sistema de manera adecuada y perdurable.

La tecnología puede ayudar a cambiar ciertas deficiencias, pero las decisiones más importantes, las que cambiarán el destino y el futuro de las ciudades siempre serán políticas. El rol principal en este proyecto estará a cargo del Estado, pero también será de vital importancia la presencia del sector privado, y la participación y compromiso de los ciudadanos.

La iniciativa, el liderazgo en la visión y planificación de las ciudades debe venir por parte del Estado porque todas las medidas requieren de tiempo y trascienden los años de un gobierno.

Las resoluciones que tome el Estado tendrán que ver con el territorio, con la relación con el paisaje, con la proporción entre el espacio construido, las zonas verdes y los lugares públicos, con la variación de los flujos de circulación, con el apoyo a sistemas alternativos de transporte y con que las ciudades sean más igualitarias, tanto física como económicamente.

Por otro lado el Estado tendrá a cargo la regulación de los servicios, y la obligación de involucrar a la comunidad y garantizar su rol como proveedor de contenido al sistema.

Dentro del Estado, quienes estén a cargo de los sistemas tecnológicos de las ciudades son quienes estarán más involucrados y tendrán mayores responsabilidades en el desarrollo y coordinación de la visión integrada de la ciudad como ciudad inteligente. Estos administradores deben comprender las necesidades y aspectos críticos de la ciudad para coordinar adecuadamente los recursos.

Los ciudadanos por su lado deben empujar a los dirigentes a que cooperen y cumplan sus obligaciones. Hoy cobra importancia la interacción entre los ciudadanos y las administraciones públicas. El rol del ciudadano ha cambiado radicalmente y se ha convertido en un gestor del cambio y en un factor clave de la transformación de las ciudades. Cabe destacar que muchas de las innovaciones provienen de la misma comunidad.

Mediante la participación, colaboración y compromiso, el Estado, los principales actores sociales y económicos de la ciudad deben elaborar un plan estratégico a corto y largo plazo, que defina los objetivos a alcanzar para toda la sociedad y las acciones a seguir para alcanzarlos. De esta manera se da prioridad a una selección de sistemas que tengan el máximo impacto y se decidirá invertir en ellos; se integra los sistemas a fin de mejorar la experiencia de los ciudadanos y su eficacia; se optimizan servicios y operaciones, y descubren nuevas oportunidades de crecimiento y optimización. Aunque estas etapas puedan parecer básicas, el desarrollo de una estrategia urbana es el paso más complejo y, al mismo tiempo, el más importante, para convertirse en una ciudad inteligente. Ya que esta estrategia sirve para determinar dónde y cuándo invertir y reflejar hitos y retornos de inversión clave, permitiendo definir un calendario de integración y optimización para todos los sistemas.

Para beneficiarse de este tipo de estrategias, las autoridades deben comprender profundamente el funcionamiento de su ciudad y saber dónde se están realizando avances dotando de inteligencia a sus sistemas. Cada ciudad debe estudiar sus puntos fuertes y así poner en evidencia los débiles.

Solamente así, los dirigentes podrán solucionar los problemas más urgentes de su localidad. Si bien el desarrollo de las infraestructuras urbanas es clave, no existe un modelo único, sino que éste depende del nivel de madurez de cada sociedad.

En lo que respecta a los posibles impactos de las ciudades inteligentes, existen dos aspectos principales a tener en cuenta en los que respecta a la implementación de tecnologías inteligentes en las ciudades. Por un lado debe analizarse cuidadosamente y teniendo en cuenta las características propias de cada sociedad cuán rápido conviene hacer el cambio dado que siempre se presentará cierta resistencia. Para minimizarla es importante que se transmitan las ideas y conocimientos además de promover la participación de los ciudadanos de modo de lograr una mejor aceptación.

Por otro lado, debe encontrarse un balance entre la privacidad y las posibilidades de ser localizado en la red de tecnologías inteligentes. El despliegue constante de todo tipo de cámaras y sensores existentes en la *smart city* va a ser tal, que se tendrá la posibilidad de conocer los sitios donde hayan estado personas y todo aquella persona que quiera ser monitorizada, será totalmente posible, sin tener que invertir más en despliegues policiales físicos. Por mucho que beneficie la tecnología, el anonimato de una persona y su opción de estar desconectado del sistema, es un derecho inalienable.

## II- PROYECTOS PARA EL DESARROLLO DE SMART CITIES Y TECNOLOGÍAS INVOLUCRADAS

### 2.1 – TECNOLOGÍAS INVOLUCRADAS EN LAS SMART CITIES

Lo que hace a una ciudad inteligente es el uso de tecnologías de la información y comunicación, también conocidas como TICs, en distintas áreas de la vida urbana de manera notablemente eficiente. Forrester refiere a las TICs como *smart computing*, y las define como la nueva generación de tecnologías que integra hardware, software y tecnologías de redes que brinda a los sistemas de tecnología informática (IT) información en tiempo real y capacidad de análisis para una toma de decisiones más inteligente en busca de la optimización de procesos y actividades. Según la Asociación Americana de Tecnologías de la Información (ITAA), las TICs consisten en el estudio, diseño, desarrollo, fomento, mantenimiento y administración de la información por medio de sistemas informáticos, conformados por el hardware y software, considerando como hardware las computadoras, teléfonos celulares, televisión, radio, periódicos digitales.

En definitiva, las tecnologías de la información tratan sobre el empleo de una variedad de *hardware*, *software*, redes y aplicaciones informáticas para transformar, almacenar, gestionar, proteger, difundir y localizar la información necesaria para la realización de diversas actividades orientadas a facilitar la vida urbana. Así, el objetivo principal de estos sistemas es asegurar el uso y acceso a la información, que puede ser percibida en forma de voz, de naturaleza acústica, imágenes, de naturaleza óptica, y datos, de naturaleza electromagnética.

Las TICs se caracterizan por su inmaterialidad, instantaneidad y sus aplicaciones multimedia. La inmaterialidad implica la posibilidad de digitalización, e implica que estas tecnologías inmaterializan la información, tradicionalmente sujeta a un medio físico. La información proveniente del medio físico, como son la voz y las imágenes, es analógica, pero será digitalizada. En cambio los datos son originalmente una señal digital. Mediante la digitalización es posible procesar y almacenar con la menor interferencia posible grandes cantidades de información en dispositivos físicos de pequeño tamaño como CDs y memorias USB, al mismo tiempo que es posible acceder a información ubicada en dispositivos electrónicos lejanos a través de redes de comunicación.

La instantaneidad de las TICs representa la posibilidad de transmisión de la información de manera instantánea a lugares físicamente lejanos. Normalmente se conoce al espacio virtual donde se almacena toda la información como *ciberspacio*, que al no tener características físicas otorga las propiedades de inmediatez e inmaterialidad.

Finalmente, las aplicaciones multimedia se han diseñado como interfaz amigable y simple de comunicación, de manera de facilitar el acceso a las TICs por parte de todos los usuarios. Una de las características más importantes de los entornos multimedia es la interactividad, mediante la cual la comunicación es bidireccional entre diferentes usuarios dentro de la red. Esta forma de comunicación fomenta la generación de *comunidades virtuales* conformadas por grupos y personas que interactúan según intereses particulares. Así, los usuarios de las TICs son sujetos activos que toman decisiones dentro del sistema. Otra de las características relevantes de las aplicaciones multimedia es que permiten la transmisión de información a partir de diferentes medios como pueden ser imágenes, sonidos, textos y animaciones.

Las tecnología de base de las TICs es la electrónica, que permite soportar el desarrollo de las telecomunicaciones y la informática. Como se definió inicialmente y como puede observarse en la figura 2.1, los principales componentes que explican la convergencia de estos tres conceptos en las TICs son la microelectrónica o *hardware*, el *software* y las infraestructuras de comunicaciones.

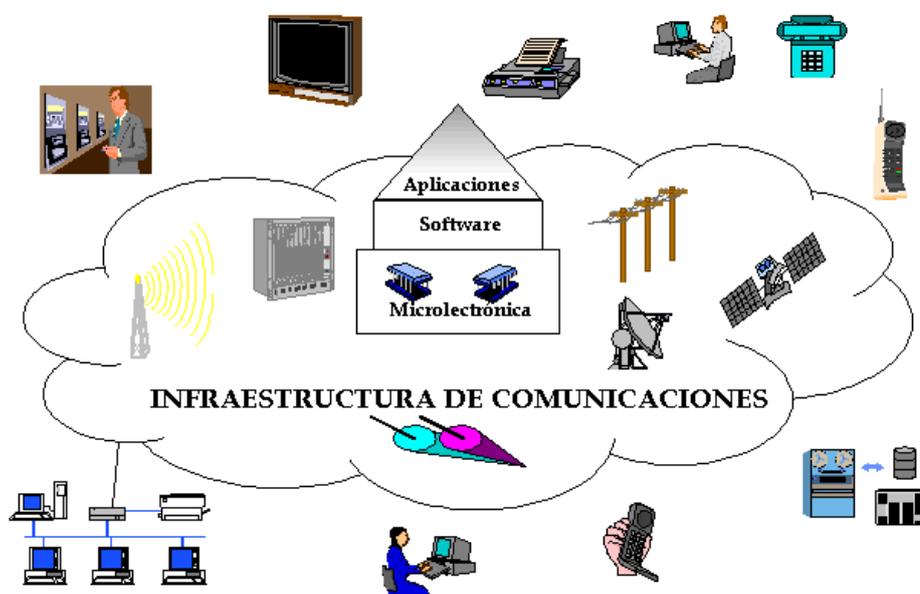


Figura 2. 1: Componentes base de las TICs<sup>14</sup>

<sup>14</sup> Fuente: <http://www.gtíc.upm.es>

El *hardware*, es el soporte físico común entre la electrónica, las telecomunicaciones y la informática. Permite adquirir, almacenar, registrar y presentar la información, pero su mayor potencialidad se encuentra en el tratamiento de la misma, para lo cual se utilizan microprocesadores. Esta unidad fundamental interpreta las órdenes del *software*, las procesa y genera una respuesta. Los avances en estas tecnologías han permitido la integración a gran escala de circuitos en un solo *chip*, proporcionando componentes *hardware* con mayor capacidad, velocidad y de menor costo. El *chip* o circuito integrado es una placa de silicio pequeña en la que se encuentran miles de dispositivos electrónicos interconectados como por ejemplo diodos, transistores, resistencias y capacitores. Estos circuitos son la unidad física inseparable de procesamiento de información, cuya asociación y configuración mediante conexiones apropiadas proporcionan la funcionalidad específica de cada circuito. Los componentes *hardware* se combinan con tecnologías ópticas y magnéticas para el almacenamiento y recuperación de información, entre otras aplicaciones. De esta manera se construyen equipos y sistemas electrónicos necesarios para diferentes aplicaciones entre las que se destacan las informáticas, de comunicaciones, de electrónica de consumo (receptores de TV, videos, radio, equipos Hi-Fi) y la electrónica profesional (defensa, electromedicina, instrumentación, audiovisual).

El *software* es el soporte lógico del sistema que traslada las órdenes de un usuario al lenguaje de programación y luego a dígitos binarios para que puedan ser interpretados por el *hardware*. El *software* está presente en todas las funcionalidades del proceso de la información, principalmente en el tratamiento de la misma. Los componentes básicos del *software* son los sistemas operativos que controlan la arquitectura electrónica, el *middleware* que genera la interfaz con el usuario, el cliente o servidor que reparte la carga de trabajo entre la estación del usuario y la estación central; bases de datos para el manejo, manipulación y administración de la información; programas de aplicación para la realización de tareas específicas como pueden ser hojas de cálculo, procesadores de texto, aplicaciones de diseño o de gestión comercial; y lenguajes de programación y herramientas para la ingeniería del software que permitirán desarrollar las aplicaciones específicas. A medida que se desarrollan las TICs, el *software* permite la implementación de aplicaciones más innovadoras solucionando problemas de todo tipo, de modo que se incorpora mayor valor a los productos y servicios. Es por esto que se estima que el *software* constituye el 80% del costo de las infraestructuras de comunicaciones.

Finalmente las infraestructuras de comunicaciones o telecomunicaciones son fundamentales para conectar funcionalidades físicamente separadas, para lo cual son necesarias redes de comunicación por la que viaja la información,

debiéndose asegurar la calidad, seguridad, precisión y velocidad en la comunicación. Estas redes se componen de un conjunto de equipos y medios de acceso, transmisión y conmutación, proporcionando la capacidad necesaria para mantener la comunicación.

Existen en el sistema medios de acceso a través de los cuales se establece la conexión a las redes que prestan servicios de telecomunicaciones, para lo cual se recogen las señales de una terminal y se las entrega a la red y viceversa. Una vez que se accede a la red, a través del proceso de conmutación se conectan los puntos de origen y destino de la comunicación a través de la ruta óptima encontrada por el sistema, y mediante la transmisión se transporta eficientemente la información. Este proceso es representado en la figura 2.2.

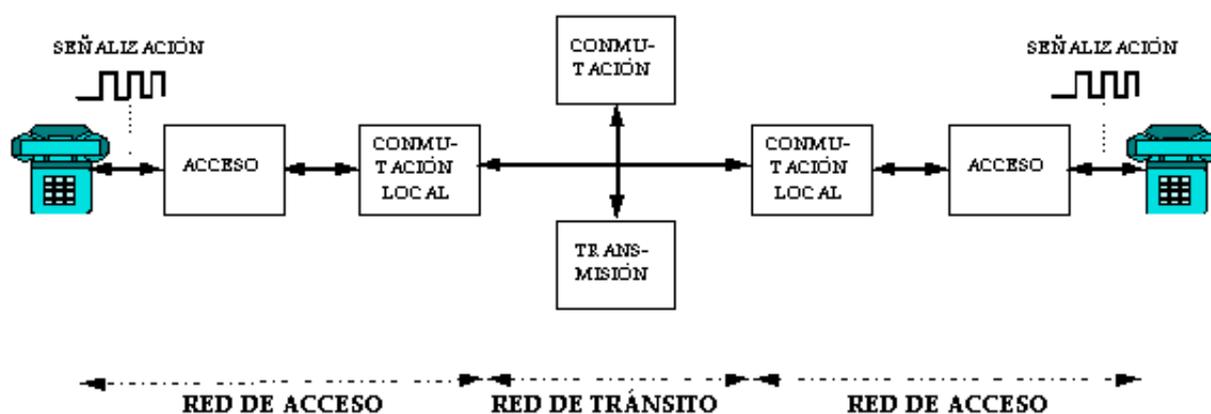


Figura 2. 2: Conceptos de Telecomunicaciones<sup>15</sup>

Actualmente, Internet o “red de redes” es la red de telecomunicaciones más difundida. Esta red consiste en un conjunto descentralizado de redes de comunicación interconectadas que utilizan protocolos IP garantizando que las redes físicas heterogéneas que la componen funcionen como un sistema lógico.

Los protocolos IP permiten la comunicación en la red a través de paquetes de datos de determinado tamaño. Estos paquetes poseen una cabecera con la dirección IP de las máquinas de origen y destino, las cuales contiene una serie de números que permiten identificar cada dispositivo. Para la utilización de internet cada computadora o dispositivo conectado a la red deberá tener una dirección IP asociada. A partir de esta dirección los enrutadores determinan por dónde enviar la información. Actualmente se utiliza la versión IPv4, pero está alcanzando su límite de capacidad además de carecer de algunas aplicaciones deseadas por los usuarios como son movilidad, seguridad y calidad de servicio.

<sup>15</sup> Fuente: <http://www.gtgc.upm.es>

Es por esto que ya se encuentra disponible la versión IPv6 que soluciona estos problemas, teniendo como ventaja principal un amplio espacio de direcciones.

Internet cuenta con una amplia variedad de servicios de alcance global entre los que se encuentran:

- *World wide web*: permite consultar información almacenada en cualquier computadora conectada a la red o enviar datos.
- *FTP*: permite el intercambio de archivos entre computadoras o poner información al alcance de otros usuarios conectados a la red.
- *Correo electrónico o e-mail*: cumple la función del correo tradicional y de la misma manera que éste es necesario conocer la dirección de e-mail para poder utilizarlo. Cuenta con amplias ventajas como son la velocidad de transmisión de mensajes y su costo independiente de las distancias.
- *News*: son foros de discusión que permiten intercambiar opiniones entre los usuarios de Internet.
- *Chats*: consiste en el envío de mensajes en tiempo real entre usuarios conectados a la red.
- *Videoconferencias*: permite realizar una comunicación de voz e imagen de manera significativamente más económica que por teléfono.

Entre los medios de acceso a internet, presentados en la figura 2.3, se destaca como indispensable para el desarrollo de las *smart cities* la banda ancha. Esta tecnología se caracteriza por la alta velocidad de transmisión de información digitalizada, lo que significa que tanto el texto como imágenes y sonidos son transmitidos como *bits* de datos, pudiendo tomar como valores 0 y 1.

La banda ancha puede transmitirse en diferentes plataformas o alternativas de acceso como pueden ser la línea digital de suscriptor (DSL), el cable módem, la fibra óptica, sistemas inalámbricos, satelitales o por línea eléctrica (BPL). La tecnología que se seleccione dependerá de una serie de factores como la forma en que se ofrece el acceso a Internet junto con otros servicios (como teléfono de voz y entretenimiento residencial), precio y disponibilidad. Entre estas alternativas, la fibra óptica y los sistemas inalámbricos son los medios más veloces, más utilizados y necesarios para el desarrollo de las tecnologías modernas.

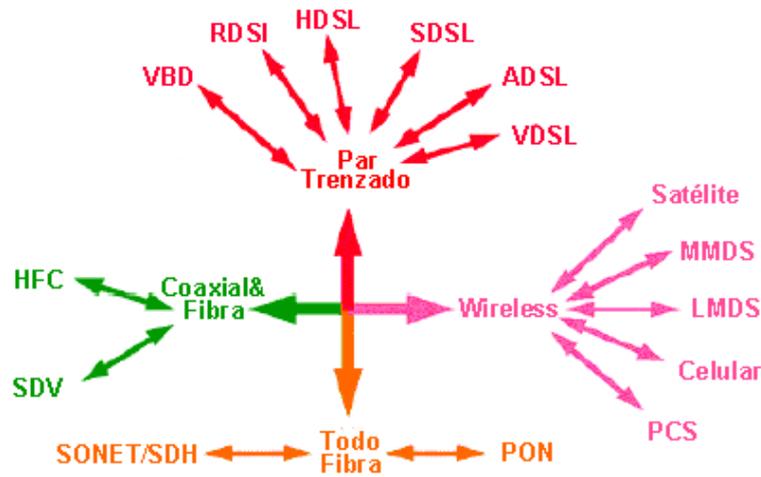


Figura 2. 3: Alternativas de acceso a banda ancha

La fibra óptica es el medio físico que permite la transmisión de información digital de un transmisor a un receptor. Como se observa en la figura 2.4, una fibra óptica está conformada por dos dieléctricos cilíndricos concéntricos, que pueden ser de vidrio o de algún plástico, donde el central o núcleo posee un índice de refracción mayor al externo. La información a transmitir es codificada como moduladora de intensidad, de frecuencia, o digitalmente en un rayo de luz monocromática, es decir de una sola frecuencia. El rayo es generado por un laser o LED que se introduce en la fibra con un ángulo determinado, de manera que la luz viaje longitudinalmente a través de la fibra reflejándose en el dieléctrico externo.

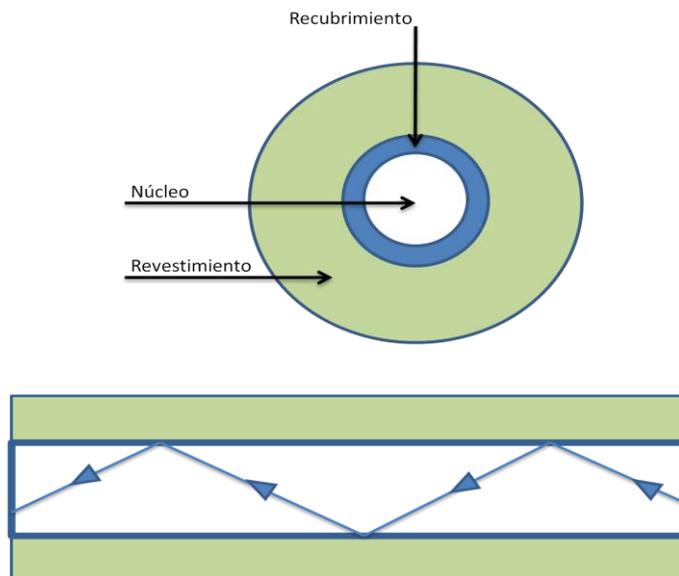


Figura 2. 4: Estructura y funcionamiento de una fibra óptica.

Entre las principales ventajas que presenta la fibra óptica se puede mencionar la alta resistencia a distorsiones externas y las bajas tasas de error. Además, al no utilizar conducción eléctrica para la transmisión de información desaparece

la disipación de energía por efecto Joule, logrando así mayores alcances; cuentan con un ancho de banda mayor que los cables de cobre; son de bajo peso y los materiales con que se fabrican estos cables se encuentran fácilmente disponibles. Se debe considerar por otro lado la fragilidad de la fibra, la dificultad de realizar empalmes en casos de roturas y la dispersión temporal en la llegada de la señal debido a la dependencia del índice de refracción con la frecuencia.

Las tecnologías inalámbricas o de fidelidad inalámbrica (*WiFi*) son un conjunto de redes que no requieren de cables permitiendo a los usuarios conectarse a internet desde cualquier lugar donde se haya establecido un "punto caliente" o *hotspot* WiFi. Para contar con este tipo de tecnología es necesario disponer de un punto de acceso que se conecte al módem y un dispositivo *WiFi* conectado al equipo. Aunque el sistema de conexión es bastante sencillo, trae aparejado riesgos ya que es posible interceptar la información que circula por medio del aire. Para evitar este problema se realiza la encriptación de la información.

Actualmente se están desarrollando nuevos servicios de tecnologías inalámbricas entre las que se destaca el *Worldwide Interoperability for Microwave Access* o *WiMax*, que es una forma de conectar nodos *WiFi* en una red metropolitana (MAN). La diferencia fundamental con *WiFi* es que éste tiene un alcance de 100 metros de distancia mientras que *WiMax* provee acceso de banda ancha de hasta 50 kilómetros, siendo la velocidad de transmisión significativamente mayor. Además puede dar un área de cobertura extenso siendo así adecuado para dar comunicación a ciudades enteras conformando una MAN, en cambio *WiFi* solo puede proporcionar áreas de redes locales. Finalmente cabe destacar que es sencilla la instalación de las antenas para la transmisión y recepción de información, que llevan a la formación de estaciones base. De esta manera permite construir infraestructuras de red cuando las distancias o entornos no son favorables para la instalación de una red cableada, de una forma rápida y económica.

Se han desarrollado los conceptos de *hardware*, *software* y redes, pero además de estos componentes básicos el sistema cuenta con una capa de aplicaciones o terminales que consiste en una integración adecuada de tecnologías dispuestas de manera tal que el acceso y uso de diferentes servicios sea intuitivo y sencillo para el usuario. Es muy amplia la variedad de terminales existentes entre los que se destacan los presentados en la figura 2.5.



**TV DIGITAL**



**CÁMARAS DIGITALES**



**LAPTOPS**



**AUTOS INTELIGENTES**



**CAMARAS IP**



**GPS**



**MP4**



**SMARTPHONES**



**CAJEROS AUTOMÁTICOS**

*Figura 2. 5: Dispositivos terminales*

Muchas de estas terminales son actualmente de uso cotidiano aunque no se dé aún pleno uso de sus aplicaciones. Otros dispositivos se encuentran en pleno desarrollo y cumplen funciones principales en las *smart cities*: GPS, *Smartphones* y cámaras IP. Los autos inteligentes son un nuevo concepto que aún no se ha implementado, y que será analizado en la próxima sección.

El *Global Positioning System*, comercialmente conocido como GPS, es un sistema global de navegación por satélite (GNSS) que permite fijar con altísima precisión y a escala mundial la posición de un objeto, persona, vehículo o nave. Para fijar una posición, el navegador GPS localiza automáticamente como mínimo 4 satélites de la red, de los que recibe señales indicando la posición y el reloj de cada satélite. El navegador GPS sincroniza su reloj y calcula el retraso de las señales que viene dado por distancia al satélite, calculando la posición en que éste se encuentra. Estimadas las distancias, define con facilidad la propia posición relativa del GPS respecto a los satélites. Conociendo además las coordenadas o posición de cada uno de ellos por la señal que emiten, se obtienen las coordenadas reales del punto de medición.

Un *smartphone* o teléfono inteligente es un dispositivo electrónico que funciona como un teléfono móvil con características similares a las de una computadora personal. Estos dispositivos no solo cumplen la función de la comunicación telefónica como en cualquier celular tradicional, sino que además permiten instalar un sistema operativo completo con aplicaciones ampliando las capacidades y funcionalidades del equipo. Además cuentan con rápido acceso y conectividad a internet, tienen soporte de correo electrónico, y administran eficazmente gran cantidad de datos.

Por otro lado, existen nuevas tecnologías que buscan ampliar las aplicaciones de los móviles. Una de ellas es la tecnología de Cuarta Generación (4G) que consiste en un sistema inalámbrico que ofrece la posibilidad de navegar por internet de manera más rápida con menores tiempos de transmisión de la información, para lo cual se basa en tecnología IP. Otra tecnología es la de las tarjetas *Near Field Communication* (NFC). Este es un protocolo basado en una interfaz inalámbrica que permite la comunicación entre dos entidades (*peer-to-peer*) a través de una conexión *wireless* entre las aplicaciones de la red y los dispositivos electrónicos que cuenten con esta tecnología. Este sistema está pensado para la transmisión masiva de datos dentro de un alcance de 20 centímetros.

Una cámara IP o de red es una videocámara con una computadora incorporada de modo que permite enviar señales de video y audio en tiempo real a través de internet. Previo a la transmisión de la información estas cámaras cuentan

con un sistema de compresión que ajustan las señales a los anchos de banda de los sistemas por los cuales serán transmitidos. Además cuentan con una amplia variedad de funciones como por ejemplo el envío de correo electrónico con imágenes, la activación de alarmas al identificar movimientos indeseados, activación a través de otros sensores, control remoto, accionamiento de dispositivos en forma remota, y grabación de imágenes a fin de verificar el motivo por el cual se disparan alarmas.

Como se verá más adelante, estas tecnologías permitirán el desarrollo de una amplia variedad de aplicaciones diseñadas para mejorar la vida urbana y para permitir una toma de decisiones más eficiente que llevarán a la resolución de las diversas problemáticas urbanas estudiadas en el capítulo anterior.

El concepto de *smart cities* no se basa únicamente en las redes de comunicación descritas previamente sino que además integra al sistema una red de sensores. Los sensores son dispositivos diseñados para la captación de datos del exterior como pueden ser la temperatura, humedad o presencia de otros automóviles, y transformarlos en señales eléctricas para poder manipular y cuantificar la información. Normalmente estos dispositivos se componen de elementos pasivos, como pueden ser resistencias, que puedan variar su magnitud en función de la presencia de alguna variable externa, y de elementos activos.

Esta red estará conectada a través de internet tanto interna como externamente, con otros dispositivos y centros de control que recibirán los datos percibidos por los sensores, los analizarán y los enviarán a otros dispositivos y terminales conectados a la red facilitando la toma de decisiones o mejorando el funcionamiento de distintos sistemas.

Existe una gran diversidad de sensores. Unos de los que pretende revolucionar el funcionamiento de varios sistemas urbanos dentro de las *smart cities* son los sensores de identificación por radio frecuencia (RFID). Estos sistemas son una tecnología de identificación de objetos a distancia sin necesidad de contacto físico ni visual. Para su funcionamiento se requiere de una etiqueta o *tag* RFID, que consiste en un microchip que almacena un número de serie, y cualquier otro tipo de información complementaria, que permite la identificación unívoca del objeto portante del *tag*. El *microchip* se encuentra conectado a una antena que transmite a través de ondas de radiofrecuencia permite la transmisión de información de identificación a un lector que a su vez la convierte en información digital para ser procesada en sistemas informáticos. El largo de la antena limitará el alcance del sensor. Además de la antena y del microchip, la antena cuenta con un elemento almacenador de energía que podrá entregar

energía al circuito cuando se trate de una etiqueta activa, o cargarse con la energía emitida por el interrogador y luego utilizar esa energía para responder. El problema principal que aún se verifica para una implementación masiva de estos dispositivos es la falta de estandarización, por lo cual no todos los sistemas pueden leer todas las tarjetas. El funcionamiento de los sistemas RFID se representa en la figura 2.6.



Figura 2. 6: Comunicación de etiquetas RFID con lectores y sistemas informáticos

A través de todas tecnologías analizadas es posible interconectar los distintos componentes urbanos, transformando a las ciudades en un ecosistema artificial de organismos digitales interconectados, interdependientes e inteligentes. Estos objetos dotados de inteligencia debido a los diferentes tipos de sensores que incluyen, son accesibles a través de internet, y conforman lo que se conoce como “Internet de las cosas”.<sup>16</sup> Este concepto representa gráficamente la estructura de las *smart cities* donde millones de sensores conectan todos los sistemas y objetos urbanos de modo que los ciudadanos puedan acceder a la información disponible en la red, aprender sobre el comportamiento de los diferentes sistemas y así estar en condiciones de tomar decisiones que optimicen sus propias actividades de modo de alcanzar la optimización del sistema urbano en su totalidad. No solo se optimizan los sistemas a través de las decisiones de los ciudadanos, los objetos conectados a esta red intercambiarán información de modo de automatizar de manera eficiente diferentes procesos. Las aplicaciones específicas donde puede observarse el funcionamiento de esta “internet de las cosas” será presentada a continuación. La imagen siguiente intenta representar esta situación, donde a partir de los sensores se controlan las ciudad en busca de alcanzar un mundo más inteligente.

<sup>16</sup> William Mitchell

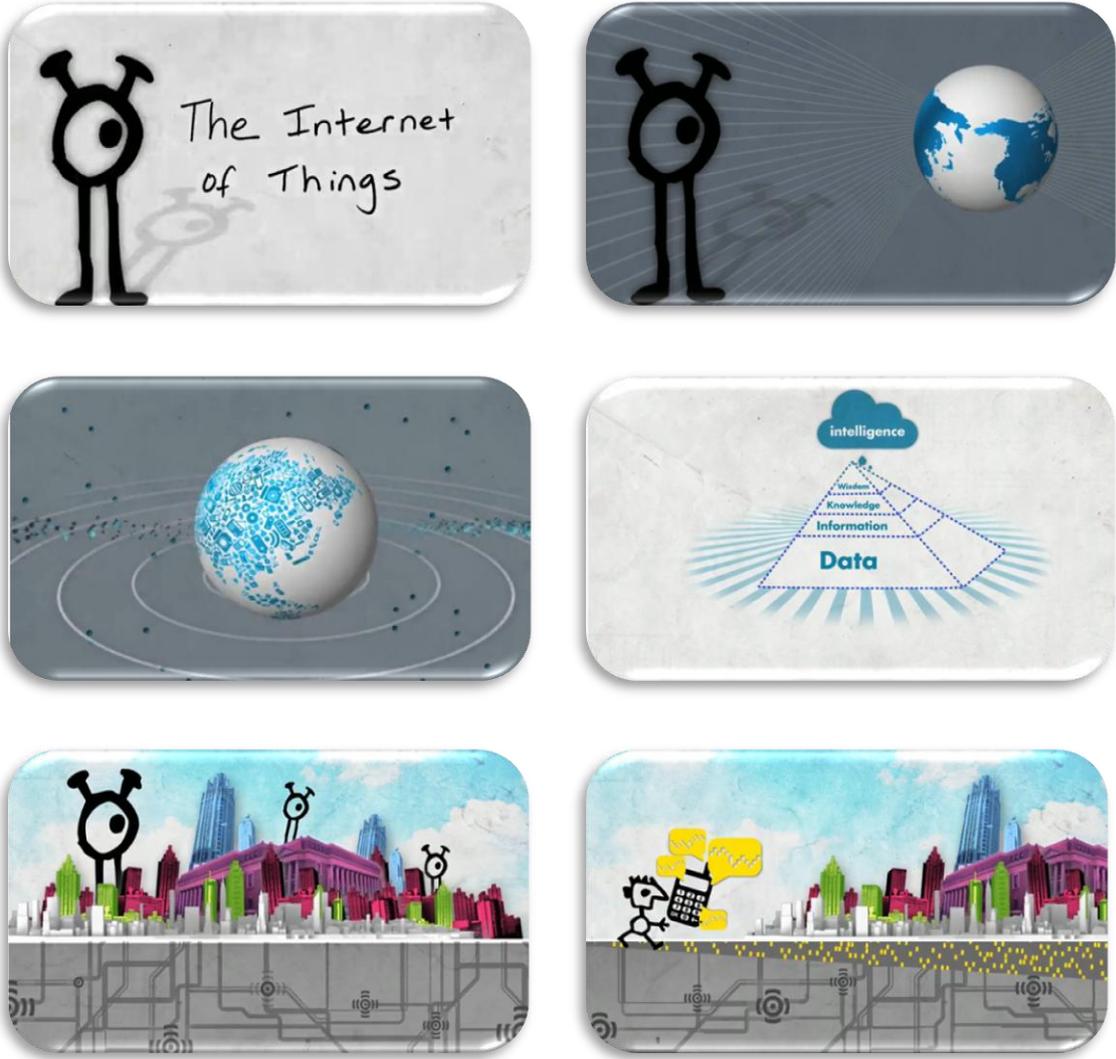


Figura 2. 7: Representación de "Internet de las Cosas"

## 2.2- APLICACIONES DE LAS TICs EN LAS SMART CITIES

En busca de lograr ciudades inteligentes, las TICs se utilizan en el desarrollo de diversas aplicaciones que buscan resolver las problemáticas generadas por la acelerada urbanización, planteadas en el capítulo anterior, con el fin de mejorar las condiciones de vida urbana a partir de la optimización del sistema urbano global. En la figura 2.8 se observan las posibles aplicaciones, las cuales se encuentran en los ámbitos de la educación, la salud, el trabajo, la administración del espacio, la administración pública, el transporte, la industria, infraestructuras y los suministros de agua y energía. Algunas de estas aplicaciones ya son una realidad, aunque sea parcialmente, en algunos países del mundo, y otras se encuentran aún en desarrollo.

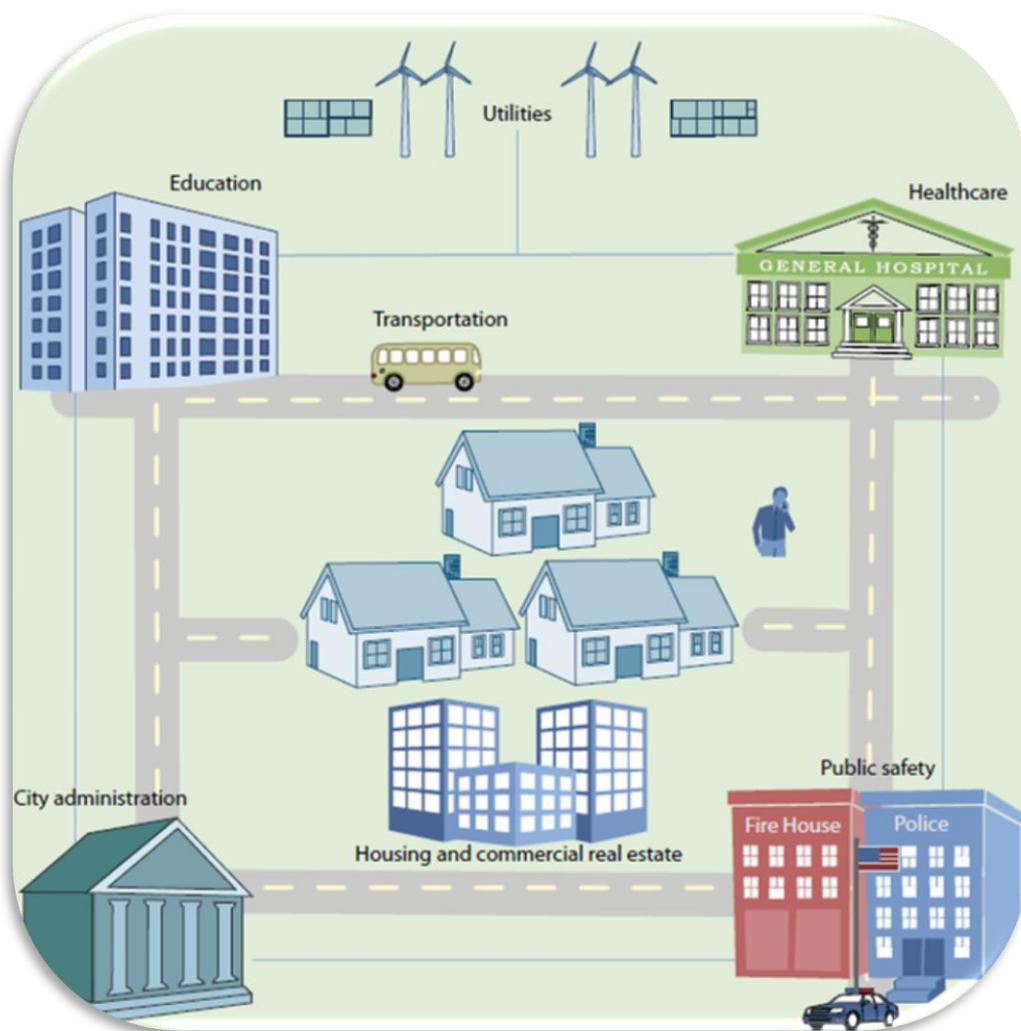


Figura 2. 8: Componentes de una ciudad inteligente

### *Educación*

En el ámbito de la educación, estas tecnologías se presentan cada vez más como una necesidad en el contexto de la sociedad donde los rápidos cambios, el aumento de los conocimientos y las demandas de una educación de alto nivel constantemente actualizada se convierten en una exigencia permanente. La relación entre las tecnologías de la información y la educación se presenta de dos maneras: por un lado los ciudadanos se muestran cada vez más interesados en conocer y aprender sobre las nuevas tecnologías, demandando educación técnica especializada en informática, y por otro las TICs pueden aplicarse al propio proceso educativo.

En este caso interesa particularmente el segundo aspecto, donde las tecnologías de la información permiten desarrollar metodologías alternativas para la enseñanza y el aprendizaje, no solo en el aula sino además permitiendo el acceso a la educación a personas con limitaciones geográficas o temporales. La educación que se realiza principal o exclusivamente a través de estas tecnologías a fin de permitir el acceso a la educación a estas personas se conoce como “educación virtual”.

Como parte de estas nuevas alternativas, se encuentra que las computadoras han dejado de ser un elemento marginal para formar parte esencial de la comunicación y transmisión de conocimientos. La información es digitalizada, de modo que se reemplaza el lápiz y papel por el teclado y la pantalla. A través del uso de computadoras, cámaras e internet, se pueden visitar museos de ciudades de todo el mundo, acceder a textos y documentos, hacer cursos de multiplicidad de temas, aprender idiomas, y contactarse con otras culturas. Se están utilizando también en las aulas pizarras táctiles con acceso a internet.

Las limitaciones que pueden presentarse respecto de la inclusión de las TICs en la educación se relacionan principalmente a los elevados costos debidos a las conexiones, equipamiento e infraestructura necesarios en los centros educativos. Sin embargo es todavía considerable la falta de capacitación de los educadores a fin de poder aplicar de manera adecuada las diferentes tecnologías disponibles.

### *Teletrabajo*

Así como es posible la educación a distancia, algunas empresas a nivel mundial fomentan el teletrabajo. Esta nueva modalidad consiste en trabajar de manera remota a través del uso de tecnologías como teléfonos inteligentes, telepresencia, teleconferencias, laptops y mensajes instantáneos, que permiten conectividad a través de internet, sin necesidad de estar físicamente presente en las oficinas. Como primera ventaja se encuentra la posibilidad de realizar

grupos de trabajo entre personas localizadas en lugares distantes. Pero además se ha identificado una serie de beneficios relacionados particularmente a quienes realizan el trabajo cotidiano a través de estas tecnologías como son el ahorro en tiempo y gastos de transporte, ahorros en instalaciones y elementos laborales, mejoras en la productividad y un mayor acceso al mercado laboral por parte de las empresas. A pesar de estos beneficios, se presenta aún la falta de políticas y normativas claras para una adecuada implementación de esta modalidad de trabajo.

### *Telemedicina*

La utilización de las tecnologías inteligentes en la salud permiten el surgimiento de la *cybermedicina*, donde internet ofrece oportunidades en distintos aspectos de la medicina.

Una de las aplicaciones que permite es la telemedicina que consiste en la posibilidad de una serie de servicios médicos desde el hogar, permitiendo que los diagnósticos, tratamientos y consultas sean más rápidos, efectivos y fiables a un menor costo. Otra posibilidad que ofrece la telemedicina es la de realización de tratamientos e intervenciones a pacientes de forma remota, es decir, que estando internado en un centro de salud pueda ser intervenido por un profesional que se encuentre en cualquier otro lugar.

Por otro lado las TICs permiten mejoras en las comunicaciones e intercambios de información, ya sea como instrumento de la investigación o como apoyo a las decisiones clínicas. Para esto el sistema se basa en bases de almacenaje de información digitales y comunicación entre los diferentes centros que conforman el sistema a través de internet, de modo de facilitar y acelerar la determinación de diagnósticos e investigación, reduciendo los errores médicos y mejorando la eficiencia. Así, las redes de sanidad inteligentes pueden unir historiales médicos, profesionales de la salud e instalaciones sanitarias para coordinar todas las necesidades de cuidado del paciente, desde el diagnóstico hasta la cura.

Además, la digitalización de la información se está transformando en una necesidad para los sistemas de salud dados los volúmenes de información que se manejan. Un caso particular es el de las historias clínicas, tradicionalmente registradas y almacenadas en papel. Esta manera aumenta las probabilidades de pérdida o manipulación de las mismas, además de no ser integradas, ya que una misma persona puede acceder a servicios de salud en distintos centros, con lo cual cada uno tendrá una historia clínica orientada hacia la problemática particular tratada. La historia electrónica soluciona todos estos problemas además de poner datos a disposición de la investigación

permitiendo mejores y más completos análisis, mejorando la salud de la comunidad. En esta historia clínica se podrán almacenar los datos personales del paciente, anotaciones de cada profesional, datos, documentaciones e imágenes de los exámenes realizados a lo largo de toda la vida, además de los síntomas, diagnósticos, tratamientos y resultados de cada caso.

En lo que respecta a investigación y prevención, la disponibilidad de información permitirá conocer con precisión cuándo, dónde y cómo se diseminan las enfermedades, siendo entonces posible restringir su propagación, manteniendo a la sociedad más saludable. Por ejemplo, diferentes pruebas exploratorias pueden ser analizadas y consultadas por diferentes profesionales en distintos lugares del mundo a través de la red. La disponibilidad de información sanitaria en internet resulta cada vez más importante para los *internautas* quienes buscan más datos sobre salud que sobre ocio o música, según un estudio del *Pew Internet and American Life Project*.

Pueden diseñarse *software* que mediante la comparación de las características de diferentes pacientes, con una base informatizada de conocimientos científicos, puedan dar apoyo a las decisiones clínicas, es decir, que genere recomendaciones específicas sobre los diagnósticos y tratamientos de cada paciente.

Por último, la utilización de sensores en los equipos hospitalarios que se conecten a los pacientes permitirán un permanente monitoreo sobre su salud.

Estos sistemas presentan beneficios tanto para pacientes, profesionales y el sistema sanitario global. Los pacientes por su lado pueden contar con resultados de pruebas más rápidos, mayor satisfacción y confianza al acceder los proveedores de servicios de salud a información completa de los historiales de salud, reducción de la duplicación de estudios y pruebas médicas, y mayor flexibilidad en cuanto al acceso a la salud. Los profesionales y centros sanitarios se ven beneficiados por la rápida comunicación e intercambio de información, menores tareas administrativas, mayor rapidez en las respuestas a consultas y definición de diagnósticos, mejor monitorización de la asistencia a pacientes y por lo tanto mejor gestión clínica, y mayor satisfacción de los pacientes. Finalmente, el sistema sanitario se optimiza, permitiendo mejores capacidades de planificación, mayor precisión en la detección de niveles de atención requeridos, y avances en las investigaciones y prevención de epidemias, todo esto a un menor costo asociado.

Para que estas mejoras logren aplicarse adecuadamente es necesario especificar las necesidades en materia de *hardware*, *software* y formación de los profesionales, definir normas seguras de utilización de las tecnologías y reflexionar acerca de las implicancias éticas que involucra la disponibilidad de información en relación a la confidencialidad de los pacientes.<sup>17</sup>

### *Radio frecuencia*

Como principal aplicación en el ámbito de la industria se destaca la utilización de tarjetas RFID para la mejora de diferentes procesos. Donde mayormente se utilizan estas tecnologías es la logística tanto de transporte de mercaderías como en su almacenamiento.

“La implantación de RFID en la logística supone un gran salto tecnológico y se ha convertido en un reto estratégico para las empresas. Esta tecnología es capaz de generar hasta cien veces más información que la del código de barras tradicional: no sólo identifica y lee sino que también gestiona las operaciones logísticas utilizando portadores de datos electrónicos reescribibles. Así, la RFID ofrece a las empresas mayor visibilidad y monitorización durante todo el proceso y una mejora del control de las operaciones y de las relaciones con los clientes.”<sup>18</sup>

En términos generales estos sistemas reemplazan a los tradicionales códigos de barras, pero ampliando las posibilidades. Para la implementación del sistema es necesario colocar en cada producto una tarjeta RFID y dispositivos de lectura donde sea necesario según la función a cumplir en cada caso, posibilitando identificar cada producto. Entre los sistemas de lectura se encuentran portales lectores que identifican los productos que lo atraviesan, lectores inalámbricos para relevamiento y estanterías de almacenamiento. Los datos que recogen estos dispositivos son enviados a un server local que los transforma en información a almacenarse en bases de datos inteligentes que permitirán una adecuada gestión de la misma. Este funcionamiento se puede observar en la figura 2.9.

---

<sup>17</sup> Principal fuente de información para aplicaciones en salud: Artículo “Impacto de las tecnologías de la información en la salud de la población”. E. O. Llenas. Instituto Borja de Bioética. Cataluña. 2005.

<sup>18</sup> Fuente: (artículo) A fondo: RFID en logística. RFID Magazine. Rosa Bergés

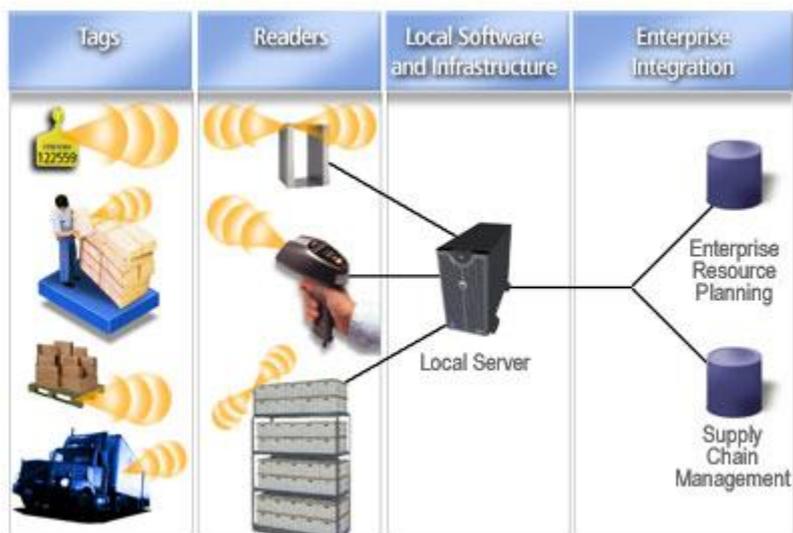


Figura 2. 9: Funcionamiento de sistemas RFID

La radiofrecuencia permite gestionar cuatro factores críticos de la logística: almacenes, trazabilidad, localización y expedición.

ALMACENES	EXPEDICIONES
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificación unívoca de las posiciones de almacenamiento.</li> <li>• Gestión inteligente de posiciones.</li> <li>• Integración con aplicaciones de control de inventarios.</li> <li>• Actualización y precisión de datos.</li> <li>• Gestión de stocks por caducidad en bienes perecederos.</li> <li>• Recepción eficiente de mercaderías.</li> <li>• Instalación de equipamiento RFID en almacenes y equipos de manipulación de materiales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facilita proceso de <i>picking</i>.</li> <li>• Comprobación y validación de la mercadería que se expide.</li> <li>• Instalación de dispositivos de lectura en muelles de carga y descarga.</li> <li>• Integración con sistemas de información del cliente.</li> </ul>
LOCALIZACION DE BS Y PERSONAS	TRAZABILIDAD
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planos de interiores para visualización en tiempo real.</li> <li>• Alarmas programables que mejoran la seguridad del personal y alertan hurtos.</li> <li>• Da soporte a la gestión de stocks.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Otorga visibilidad de productos en la cadena de suministros.</li> <li>• Permite asegurar la recepción por parte del cliente.</li> <li>• Permite compartir información del proceso.</li> </ul>

En definitiva las tecnologías RFID permiten no solo identificar productos sino además automatizar la gestión de inventarios, el control de los procesos productivos y la distribución de los productos. Con la información que entregan los dispositivos es posible detectar cuellos de botella y adoptar medidas que optimicen la gestión de todos los procesos. Se logra mejorar la eficiencia de la cadena logística, disminuyendo los costos asociados y mejorando las relaciones con los clientes. A pesar de los altos costos de implementación de esta tecnología, las mejoras logradas suponen un rápido retorno de la inversión.

Dado que en las tarjetas RFID es posible almacenar todo tipo de información, se presenta una aplicación particular para alimentos y otros productos como los farmacéuticos que requieren ser almacenados y transportados con determinadas condiciones de humedad y temperatura. Los *tags* de cada producto almacenan información sobre las condiciones necesarias, mientras que los lectores reciben esta información además de las condiciones reales registradas por diferentes sensores. Verificando la situación, se podrán realizar automáticamente los ajustes necesarios.

La figura 2.10 representa gráficamente el funcionamiento de sistema RFID durante el despacho de las mercaderías, donde se podría decir que las mismas “saben a dónde ir”, automatizándose el sistema y disminuyendo los errores.

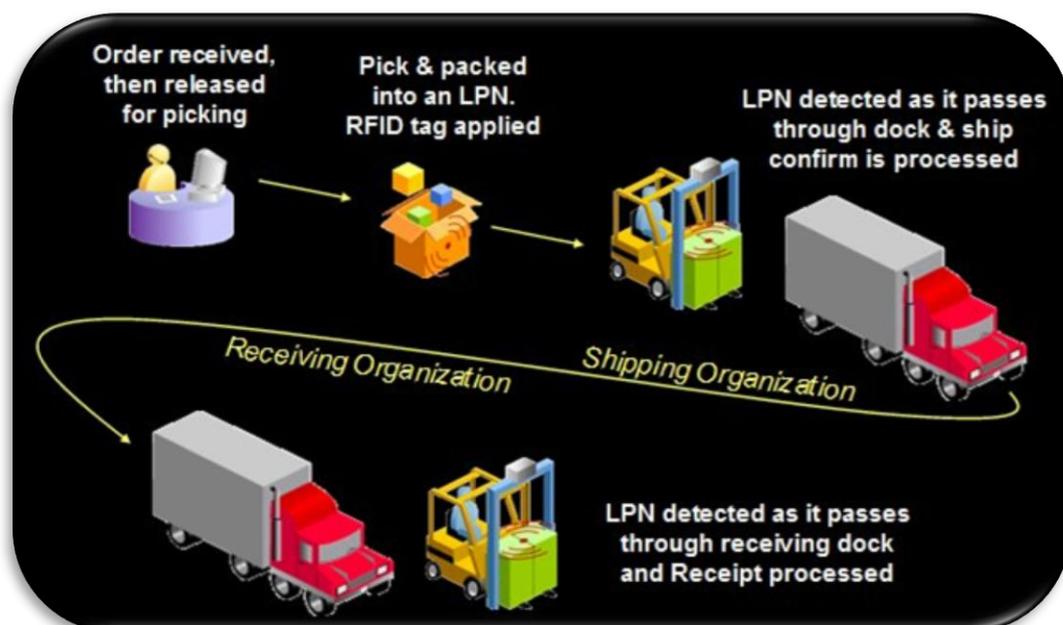


Figura 2. 10: RFID en transporte de mercaderías

La figura 2.11 muestra cómo es posible implementar estas tecnologías en las diferentes áreas de una planta industrial: en los procesos productivos, en almacenes de materias primas y productos terminados, y en la recepción y despacho.

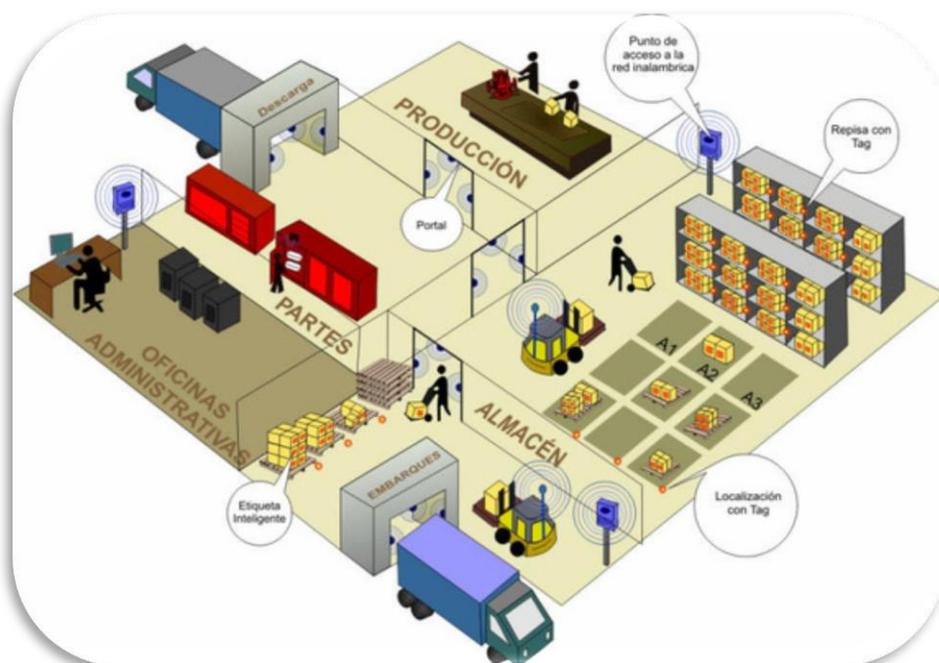


Figura 2. 11: RFID en procesos

Como nuevas propuestas para la utilización de tarjetas RFID se encuentran los locales de venta al consumidor final como supermercados y librerías. En estos casos las aplicaciones serán similares a las de una planta industrial, es decir, que se podrá hacer un seguimiento de los stocks y de los productos en góndola contando con información disponible para una mejor gestión. Además es posible implementar un sistema de pago automático de las compras realizadas sin necesidad de una caja registradora tradicional. Para esto deben colocarse portales lectores en las salidas de modo que éstos registren los productos que desea comprar el cliente, indicando el precio final. Dado que no es necesario registrar cada producto individualmente, se verifica un menor tiempo de cola y de proceso, aumentando considerablemente la satisfacción del cliente. La figura 2.12 muestra una serie de aplicaciones posibles en una librería para mejorar su gestión. La principal oposición frente a la implementación de estas tecnologías surge en base a que permiten un seguimiento y análisis de los comportamientos de cada individuo atentando contra su privacidad.

## LibBest Library RFID Management System



Figura 2. 12: Gestión de una librería a través de RFID

Existen distintas propuestas de implementación de medios de pago que se ajustan al modelo anterior. Por un lado existen formatos de tarjetas de débito o crédito sin contacto, que tienen incorporados *tags* RFID permitiendo realizar el pago simplemente con acercar la tarjeta a un lector. Para montos pequeños no es siquiera necesario discar una clave o firmar el recibo, disminuyendo considerablemente los tiempos del proceso de pago. Además incrementa la seguridad y la comodidad de la transacción comercial. Una ventaja a considerar por parte de las empresas es que estos sistemas en términos generales alientan a los clientes a consumir más, con lo cual los ingresos aumentan. En promedio, los pagos sin contacto son de 12 a 18 minutos más rápidos y con un consumo 33% más alto que la transacción en efectivo.

Existe otra tecnología que posibilita la misma aplicación, llamada “comunicación de campo cercano” o NFC por sus siglas en inglés. Este sistema es un intento de unificación de las tecnologías de pago sin contacto, ofreciendo la posibilidad de utilizarlo tanto en una compra de supermercado como en los medios de transporte y centros de entretenimiento. Además puede implementarse tanto en tarjetas de crédito o débito como en teléfonos móviles con conexión a internet.

Una ventaja de los sistemas NFC respecto de RFID es que los primeros pueden funcionar como tarjeta y como lectora, eliminando los problemas de compatibilidad que existen en el caso de RFID. Esto quiere decir que un mismo

teléfono móvil con NFC puede ser utilizado en distintos comercios y ciudades del mundo de la misma manera.

### *Gestión del consumo de agua*

Existen diversas aplicaciones posibles de las TICs para una mejor gestión del consumo de agua, tanto en sistemas de riego en la agricultura, como en infraestructuras hidráulicas urbanas y en el consumo doméstico.

En la agricultura, sensores inalámbricos y sistemas de riego dirigidos por GPS permiten reducir el consumo de agua. Los sensores permiten medir las condiciones del suelo y del ambiente, enviando los datos recogidos a una central que los analiza y genera recomendaciones sobre las medidas a implementar en cada caso.



*Figura 2. 13: Sistema de riego inteligente*

Es posible acceder a esta información a través de internet en una computadora o un teléfono móvil, y en base a esto es posible tomar decisiones rápidas y eficientes sobre cuándo y cómo realizar el riego. Por otro lado, el riego por “pivot central” consiste en un sistema automatizado que se mueve por el campo sabiendo exactamente su posición, y en qué áreas detener o incrementar el caudal de agua conforme a la información que reciben de los sensores.

En lo que respecta al control en infraestructuras hidráulicas urbanas, la principal aplicación consiste en la incorporación de sensores en diferentes puntos de la red hidráulica que permiten detectar automáticamente una fuga. Al ocurrir esta situación, el sensor envía una señal de radio a un receptor instalado en una central de control o en vehículos permitiendo así una rápida identificación de la localización de las fugas, como se observa en la figura 2.14.



*Figura 2. 14: Sensores para control de fugas.*

De esta manera se estima que se lograría reducir las pérdidas de agua del sistema hasta un 50%, y además la reparación de las cañerías implica menor tiempo y costo al no ser necesario romper el asfalto en búsqueda de la pérdida. Para el consumo doméstico se han desarrollado distintas tecnologías para la

disminución del consumo de agua. En términos generales lo que se busca es concientizar al consumidor informándolo constantemente sobre sus niveles de consumo y los costos asociados. Para esto se instalan contadores que permiten una facturación específica para cada usuario además de proporcionar información precisa y en tiempo real acerca de su consumo. Esta información puede ser presentada en una pantalla o en otros dispositivos.

Una nueva propuesta consiste en un grifo inteligente, presentado en la figura 2.15, que integra las funciones de medición e información. Estas canillas son sistemas electrónicos que cuentan con un medidor digital que monitorea el consumo de agua, y una pequeña pantalla que permite ver los resultados de consumo en tiempo real, es decir, en el momento en que está siendo utilizado.



Figura 2. 15: Grifo inteligente

### *Edificios inteligentes*

En las nuevas construcciones edilicias, ya sea de viviendas, como oficinas y hospitales, se están implementado diferentes tecnologías en busca de optimizar procesos. Un edificio inteligente es aquel que cuenta con una interconexión de los diferentes sistemas, de modo que se generan respuestas automáticas logrando un funcionamiento integral y eficiente. La interconexión se logra a partir de sensores instalados en toda la edificación que recogen datos de distintas condiciones ambientales y estructurales del edificio. Estos datos son analizados en una central y de acuerdo al entorno en que se encuentre la edificación, genera determinadas respuestas de cuya ejecución se encargaran de manera automática los actuadores, constituidos por cargas eléctricas que manejan la potencia a aplicarse a los dispositivos con que cuenta el edificio. Es posible tener un absoluto control sobre los subsistemas interrelacionados del edificio a través de internet. Entre los distintos sistemas a automatizar se pueden mencionar los siguientes:

- Detección y control de incendios
- Climatización
- Control de iluminación
- Seguridad y alarmas
- Control de accesos
- Control de persianas, toldos, cortinas
- Control de bombas de agua
- Coordinación y control del consumo de energía

Resulta de mayor interés el caso de la coordinación del consumo de energía, en el cual los electrodomésticos del hogar intercambiarán información y definirán los momentos en que es más conveniente consumir energía, ya sea por disponibilidad como por costos. En algunos casos como por ejemplo el de los lavarropas el funcionamiento podrá ser automatizado, pero en otros dependerá de las necesidades del usuario. Sin embargo estos comportamientos pueden ser parcialmente modificados al entregarle información en tiempo real sobre los niveles de consumo y los costos.

En definitiva, los objetivos que persiguen estas estructuras son, en lo que respecta a aspectos arquitectónicos, satisfacer las necesidades presentes y futuras de los ocupantes, flexibilidad y funcionalidad de los servicios, mayor confort y seguridad. En términos ambientales se busca la creación de un edificio saludable, que ahorre energía y agua, y cuide el medio ambiente. Y económicamente se propone la reducción de los costos operativos y de mantenimiento, un incremento de la vida útil y prestigio.

### *Administración pública*

Para mejorar la gestión de la administración pública se han desarrollado diferentes aplicaciones a realizarse a través de internet. Por un lado es posible realizar los trámites con organismos públicos a través de aplicaciones de internet, integrando las distintas etapas y participantes, sin necesidad de repetir trámites o información, ni acercarse a diferentes entes administrativos. De esta manera se desarrolla un sistema más ágil, transparente y menos costoso. Entre estos trámites se encuentra el pago de impuestos, que se denomina *e-tax* al realizarse vía internet.

Una aplicación similar es la de *e-voting* o votación electrónica, que reemplaza el sistema tradicional del “cuarto oscuro”. Una manera posible de implementarlo es instalando máquinas de registro electrónico directo en los lugares de votación. En estos casos la información no se transmite vía una red evitando la posibilidad de interceptación de los datos. Estas máquinas suelen tener pantallas de tipo táctil donde el elector explora las posibilidades y marca su voto. También es posible la votación a través de internet desde cualquier dispositivo con acceso a la red como una computadora o teléfono móvil. En este caso se accede a un sitio web donde se emite la votación que es almacenada en otra computadora remota, protegidos por un protocolo criptográfico. Esta metodología brinda practicidad al proceso electoral y ayuda a reducir la abstención de los votantes. Además da la posibilidad a personas discapacitadas a realizar su votación de manera simple y secreta, facilita el proceso de escrutinio y disminuye los costos. Sin embargo, el hecho de que la votación no se realice dentro del área controlable de un sitio de votación y que

los resultados tengan que ser transmitidos de alguna manera al sitio de la votación o del escrutinio de los votos, representa desafíos adicionales. Esto es así debido a que no existe garantía de que el programa utilizado en el sitio web no sea manipulado, ni de que el voto sea libre y secreto.

### *Transporte urbano*

Entre todas las aplicaciones posibles, las más abarcativas y con impacto global en las ciudades son las que pueden realizarse sobre el control del transporte urbano y sobre la gestión de la energía.

En lo que respecta al transporte existe una amplia variedad de aplicaciones desarrolladas independientemente por distintos centros de estudio. Algunas de estas aplicaciones persiguen objetivos similares aunque el modo de alcanzarlos es diferente, pero además resulta interesante la posibilidad de combinar las distintas propuestas a fin de lograr un sistema más inteligente.

Por un lado el proyecto GeoNet<sup>19</sup>, desarrollado por IMDEA Networks en colaboración con NETCOM Research Group de la Universidad Carlos III de Madrid desde 2008, tiene como objetivo incrementar la seguridad vial en Europa aplicando las TICs a la conducción. Para esto el proyecto propone la implementación de un protocolo de direccionamiento y enrutamiento geográfico con soporte para emplear IPv6, que permite el intercambio de mensajes entre vehículos con datos relevantes a seguridad vial y a la eficiencia del uso de la infraestructura vial dentro de un área específica. La comunicación entre vehículos y con la infraestructura ubicada en los márgenes de las calles y rutas permitirá detectar y compartir información sobre el estado de las calles y advertir maniobras peligrosas de otros automóviles. Este flujo de información permite activar funciones de alarma para que el conductor tome las medidas de precaución, y mecanismos específicos del automóvil para reducir el riesgo.<sup>20</sup>

Por otro lado, el California Center for Innovative Transportation, la Universidad de California, el Departamento Californiano de Transporte y Nokia realizaron una experimentación llamada *Mobile Century* con el objetivo de controlar el tráfico en tiempo real a través de teléfonos móviles equipados con GPS<sup>21</sup>. Los móviles registran la velocidad de los automóviles y su posición cada tres segundos y envían estos datos a un servidor central que los procesa en tiempo real dando una imagen de las velocidades del tráfico, de los tiempos de viaje y

---

<sup>19</sup> El consorcio GeoNet se ha compuesto de las siguientes organizaciones representantes de los sectores público y privado: INRIA, IMDEA-Networks, BroadBit, EFKON, Hitachi, NEC y Lesswire.

<sup>20</sup> Fuente: [www.idg.es/computerworld/Tecnologia-para-reducir-el-numero-de-accidentes-/seccion-factor/noticia-90455](http://www.idg.es/computerworld/Tecnologia-para-reducir-el-numero-de-accidentes-/seccion-factor/noticia-90455)

<sup>21</sup> El modelo de celular utilizado fue el Nokia N95.

de la cantidad de automóviles en las calles, permitiendo a las centrales de tránsito tomar mejores decisiones por ejemplo en relación al control de semáforos. Quienes realizaron este ensayo creen que con que solo un 5% de los conductores de un entorno determinado aportaran a través de este sistema los datos de localización, el mismo sería efectivo. Para preservar la intimidad de las fuentes, una de las problemáticas planteadas en el capítulo anterior, los datos facilitados por los teléfonos celulares son procesados con un codificador asimétrico cuya clave pública, que permite la codificación de información de manera que para descifrarlo se necesite de una clave secreta correspondiente, se encuentra protegida en el servidor central. Previamente los datos se envían a un servidor encargado de eliminar la información relacionada a su procedencia. Luego la información es enviada a un segundo servidor que descifra los datos sin poder rastrear al portador particular del teléfono que lleva el GPS. A pesar de que esta tecnología no se encuentra aún difundida, se estima que en poco tiempo los chips GPS vendrán incorporados a los celulares al igual que las cámaras de fotos. Particularmente Nokia incorporará el GPS a la mayoría de sus teléfonos.<sup>22</sup>

Existen diversos proyectos para el desarrollo de automóviles inteligentes. Uno de ellos corresponde al MIT, que dada su complejidad y su integración al sistema será analizado en la siguiente sección. Otro proyecto, denominado *Trafic Signal Recognition* fue desarrollado por el Centro Tecnológico de la Automoción de Cataluña. Este proyecto consiste en un prototipo de vehículo que incorpora un sistema de identificación de señales de tránsito a través de una cámara IP integrada al parabrisas que es capaz de “leer” las señales de tránsito gracias a la incorporación de *chips* de radiofrecuencia (RFID) que emitan constantemente señales. Cuando el sistema detecta que el conductor no está respetando las señales, genera un alerta en una pantalla incorporada. En caso de que persistiera la infracción, el vehículo procederá a detenerse. Este proyecto propone además la incorporación de sistemas GPS y mapas digitalizados que incorporan los límites de velocidad de las distintas vías.<sup>23</sup>

Las TICs no son solo aplicables a los vehículos particulares, sino que también permiten aplicaciones en el sistema de transporte público en búsqueda de su optimización. En este sentido resaltan las aplicaciones sobre el sistema de ómnibus urbanos, con una orientación netamente logística, para el control y administración de las flotas de vehículos. Una empresa dedicada al desarrollo de proyectos de movilidad urbana, Arintech, propone la implementación de un esquema modular que permita realizar up-grades tecnológicos de acuerdo a las

---

<sup>22</sup> [www.tendencias21.net/controlan-el-trafico-en-tiempo-real-mediante-telefonos-moviles-y-GPS\\_a2088.html](http://www.tendencias21.net/controlan-el-trafico-en-tiempo-real-mediante-telefonos-moviles-y-GPS_a2088.html)

<sup>23</sup> Fuente: [www.lavozdeg Galicia.es/sociedad/2008/09/16/0003\\_7143507.htm](http://www.lavozdeg Galicia.es/sociedad/2008/09/16/0003_7143507.htm)

necesidades y condiciones particulares de cada caso. Un primer módulo consistiría en la incorporación a cada móvil de una computadora de a bordo y una antena GPS que registrará a intervalos de tiempo programados la información de fecha, hora, posición y velocidad del vehículo. Este esquema permite además registrar eventos como el conteo de pasajeros, venta de pasajes, paradas realizadas y avisos de emergencias. La información de cada vehículo se descarga automáticamente hacia una base concentradora conectada a internet o alguna red local, donde se analizará la información a fin de controlar preventivamente el transporte público. Un segundo módulo consiste en la implementación de sensores que realicen la contabilidad de pasajeros, la variable principal para controlar el índice que determina el nivel de utilización de los servicios públicos: pasajeros transportados por kilómetro. Para esto se instalan sensores de tipo infrarrojos en las puertas de ascenso y descenso de los vehículos. Por último, un tercer módulo consiste en la incorporación de un equipo automático de venta de pasajes a través de la utilización de tarjetas sin contacto.

Existen diversos proyectos orientados al desarrollo de semáforos inteligentes que buscan agilizar el tráfico reduciendo la congestión, tiempos de detención y por consiguientes los tiempos de viaje, y mejorando la seguridad vial. La optimización del tránsito implica a su vez una reducción del consumo de combustibles y de las emisiones de dióxido de carbono, minimizando el impacto sobre el medio ambiente.

La aplicación de tecnologías en semáforos puede ser parte complementaria al proyecto *Mobile Century* ya que la información que entregan los móviles en tiempo real por parte puede ser utilizada para automatizar la toma de decisiones de los semáforos. Existen otros modelos que cumplen tanto las funciones de recolección de datos como de automatización en la toma de decisiones, para lo cual los automóviles deben contar con sistemas GPS, otros sensores, *software* específicos y conectividad a la red participando íntegramente del proceso de optimización del tránsito.

Para este último modelo, se plantea la necesidad de que el funcionamiento de los semáforos sea dinámico, adecuándose a las condiciones momentáneas de tránsito. Por medio de sensores se interconectan los semáforos entre sí y con los automóviles. Cada semáforo registra cuáles son las condiciones a su alrededor, es decir, cuáles son las características de tránsito: si hay vehículos en movimiento, la cantidad de vehículos y sus velocidades. Si en una de las vías no registra la presencia de vehículos, procede a dar paso con el algoritmo tradicional de funcionamiento; pero si en ambos sentidos de la esquina se presenta tránsito, se comunica con los semáforos vecinos para conocer las condiciones de tránsito de las demás calles y se procede a la toma de

decisiones conjunta. Para lograr una optimización en su funcionamiento se tienen en cuenta los tiempos de espera máximos definidos por el sistema, la prioridad de algunas vías sobre otras y la condición de tránsito de las siguientes cuadras. Resulta más simple analizar esta aplicación a través de los siguientes flujogramas:

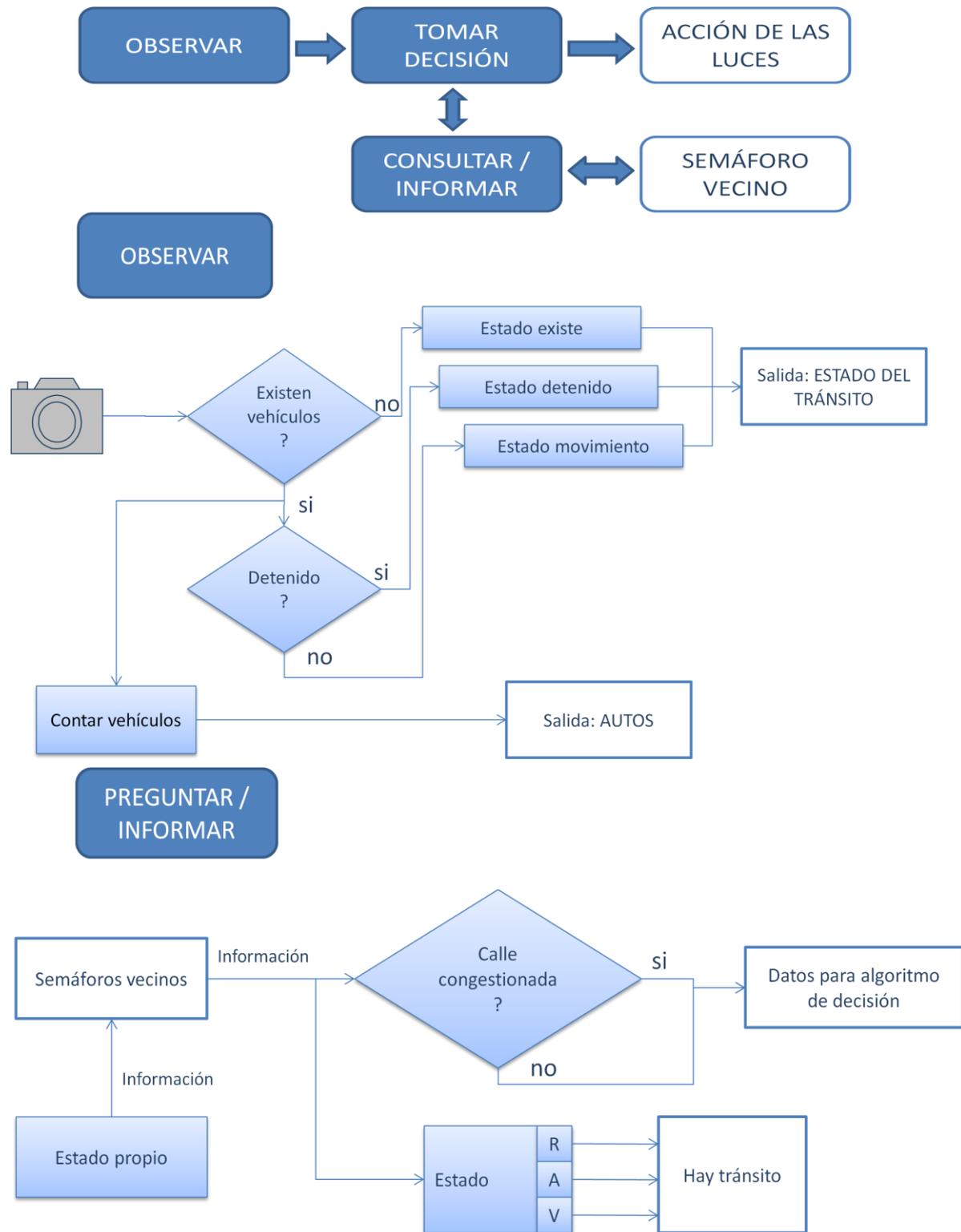


Figura 2. 16: Funcionamiento de semáforos inteligentes

De modo complementario, se requiere de una central de tránsito que reciba los datos provenientes de los semáforos o demás sistemas de recolección de datos del tránsito de modo de monitorear centralizadamente el funcionamiento de los semáforos y de las condiciones de tráfico con el fin de optimizarlos. Por optimización se entiende que se reducirán los tiempos medios de espera, la tasa de accidentes, la polución, y el consumo de combustible.

Estas centrales cuentan con *hardware* para conectividad, computadoras, sistemas de alimentación ininterrumpida, cámaras de video y sistemas de multa mediante toma fotográfica; por otro lado es necesario el *software* de administración y control del *hardware*, sistemas GIS de representación gráfica en mapas de la situación del tránsito para una rápida visualización de la situación.

### *Energía eléctrica*

En lo que respecta al consumo de energía existen dos aspectos a tener en cuenta: el consumo en medios de transporte y las redes eléctricas. En ambos casos se propone la utilización de energías renovables como fuentes generadoras, con el objetivo de asegurar la sustentabilidad de los sistemas que funcionan en base a la energía, y del medio ambiente a partir de la disminución de las emisiones gaseosas.

En el caso de los medios de transporte existen propuestas de auto híbridos y eléctricos, que funcionan en base a una batería de recarga eléctrica. Este tema será desarrollado en la siguiente sección dado que forma parte de proyectos importantes de analizar.

Respecto de las redes eléctricas, la propuesta se orienta a modificar de fondo los principios de funcionamiento de las redes actuales de modo de obtener un sistema que administre inteligentemente tanto la generación como la distribución de energía. En base a esto, las nuevas redes son llamadas *smart grids* o redes inteligentes.

Según se trató en el Décimo Tercer Encuentro Regional Iberoamericano de Cigré<sup>24</sup>, los principios de funcionamiento de estas redes son:

1. Auto-recuperación: detectar, analizar, responder y restaurar el servicio
2. Incorporación activa del usuario para una mejor gestión de la demanda

---

<sup>24</sup> Realizado en mayo de 2009 en Iguazú, Argentina.

3. Ser tolerante a ataques de seguridad informática
4. Incorporar una variedad de opciones de generación sostenibles
5. Habilitar e incentivar los mercados eléctricos
6. Optimizar el uso de los activos y minimizar los costos de operación y mantenimiento mientras se mantiene la seguridad de operación de la red
7. Incentivar la sostenibilidad y mejorar el medio ambiente
8. Garantizar la confiabilidad del suministro de energía

La tendencia de estas redes es contar con redes descentralizadas y altamente eficientes donde coexistan diversas tecnologías digitales comunicadas por medio de redes de comunicaciones de alta velocidad y con ancho de banda suficiente para permitir el control en tiempo real de las fuentes de generación con el fin de satisfacer la demanda de los clientes. De esta manera se busca una red que se asemeje a Internet, identificando a cada cliente consumidor de energía eléctrica se identifiquen unívocamente.

En lugar de la generación centralizada y sobredimensionada con el fin de cubrir la demanda en horas pico, se propone una red de generación descentralizada, con lo cual se genera inevitablemente la necesidad de renovar o reconstruir las plantas actuales. El objetivo es aumentar los beneficios medioambientales dado que las tecnologías de las redes inteligentes ayudarán a los operadores de generación, transmisión y distribución optimizar la utilización de los activos existentes.

Para cubrir los picos de demanda la red podrá suplirse de energía proveniente de una fuente renovable intermitente, como por ejemplo la energía solar o la eólica, siempre que las condiciones sean favorables para disponer de ellas. Las redes inteligentes serían además complementadas con fuentes de energía renovable de pequeña escala como pueden ser paneles solares en edificios y baterías de autos híbridos.

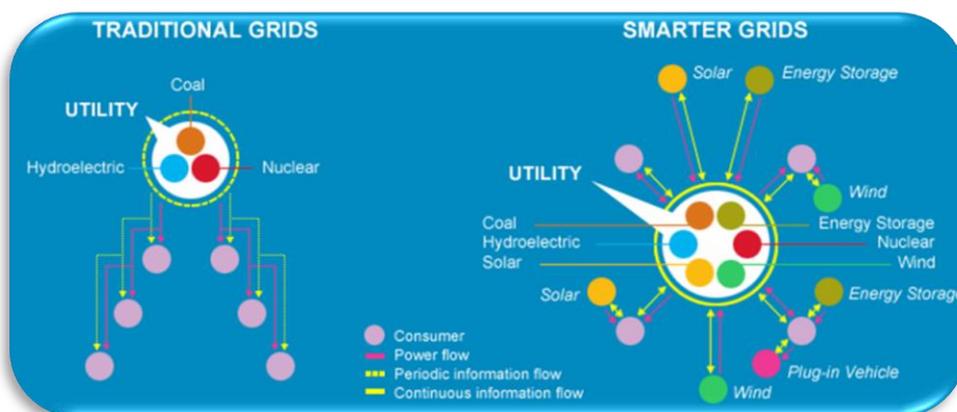


Figura 2. 17: Energías involucradas en Smart Grids

De esta manera, las *smart grids* conectarán fuentes de energía grandes y pequeñas, centralizadas y distribuidas, captando energía solar, mareomotriz y eólica para combinarlas con la generación hidráulica, de carbón limpio y de gas a gran escala. Un modelo de esto se presenta en la figura 2.18.

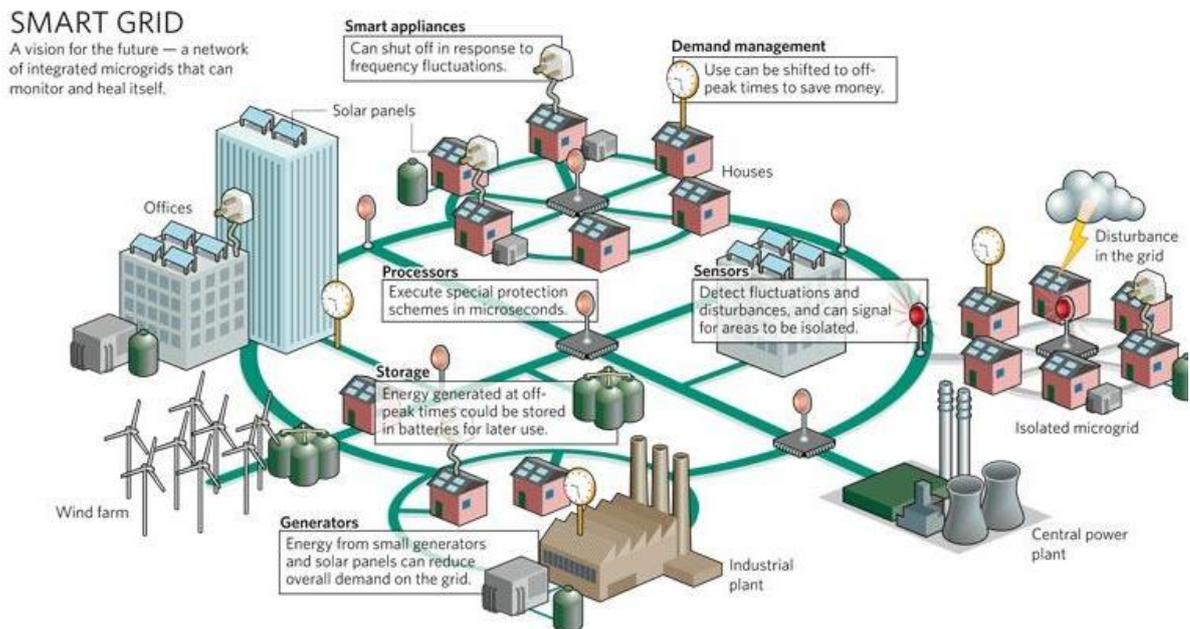


Figura 2. 18: Sistema de red eléctrica inteligente

Estas redes cuentan con medidores inteligentes que registran eventos, perfiles de carga de los sistemas, precios en la red y transmiten información por medio de internet. De esta manera los clientes pueden comprobar y controlar sus niveles de consumo, fomentando un uso racional y eficiente de la energía. A su vez, a través de los medidores inteligentes los consumidores pueden definir el monto que están dispuestos a pagar por el consumo de energía eléctrica y el mismo sistema les indica la cantidad que pueden consumir.

A través de la automatización de las subestaciones y de la distribución se busca mejorar la eficiencia operacional por intermedio de la aplicación de dispositivos electrónicos inteligentes para monitorear, supervisar, medir, coordinar y operar de manera remota todos los equipos de las subestaciones. Por otro lado es necesario contar con información en tiempo real proveniente de sensores instalados a lo largo de la infraestructura eléctrica para monitorear la temperatura y la capacidad de las líneas de transmisión, permitiendo ajustar los flujos de energía, manteniendo a la línea en su nivel óptimo de operación, y siendo posible definir las necesidades de distribución.

Un último componente crítico de las redes inteligentes son las redes de telecomunicaciones, que deben ser rápidas, flexibles y confiables para soportar

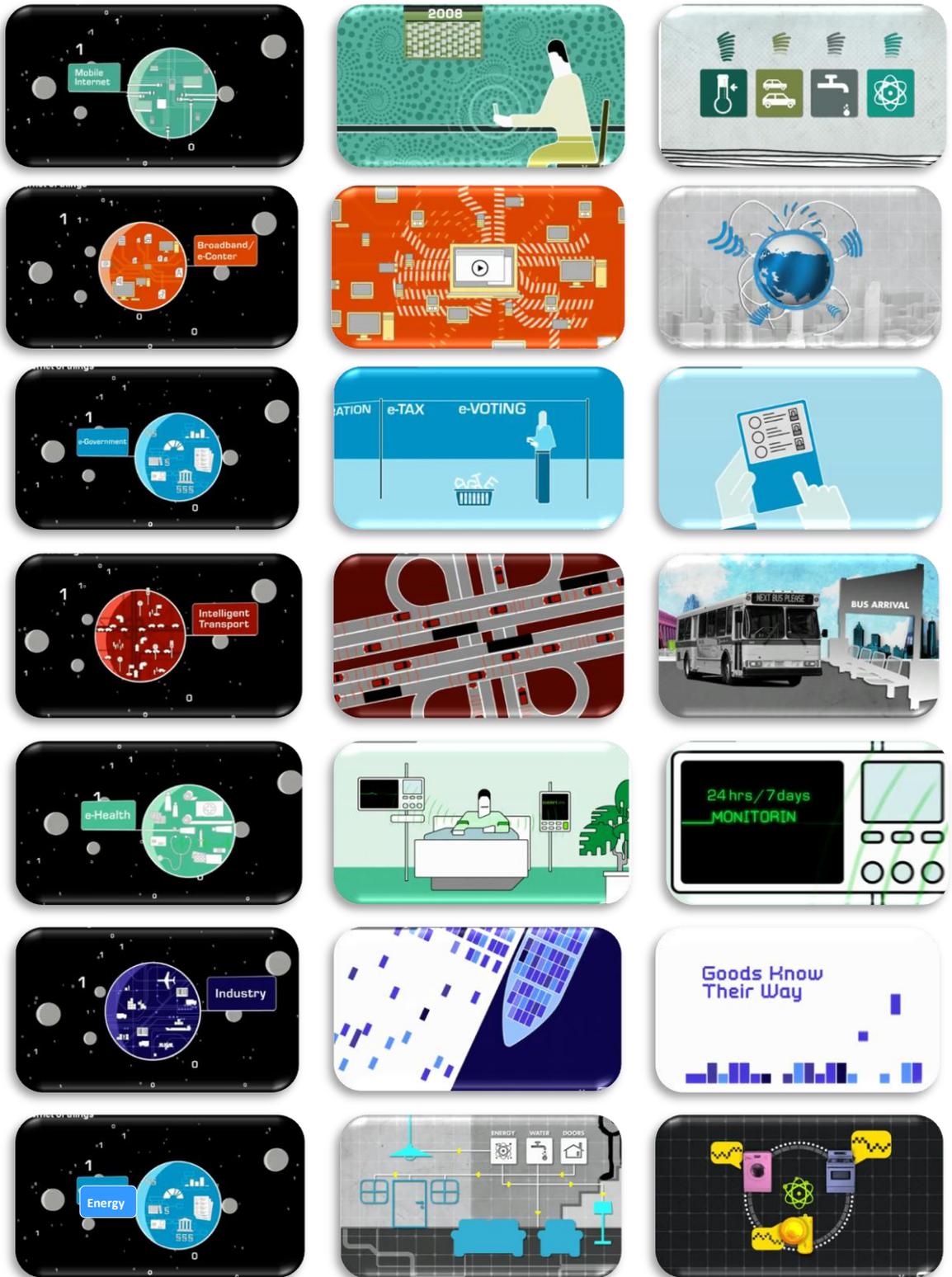
las tecnologías de automatización y la transmisión constante de datos e información.

Como pudo observarse en el desarrollo de las diferentes aplicaciones de las TICs a favor de una ciudad más inteligente, los *smartphones* juegan un rol central dado que a través de ellos es posible acceder a información en tiempo real de los consumos de energía y agua, y de las condiciones de tránsito posibilitando una mejor toma de decisiones, que en consecuencia llevarán a un funcionamiento del sistema más eficiente. Además permiten por medio de la incorporación de GPS la localización de vehículos en un sistema de semáforos inteligentes que busca la optimización del flujo en las calles, con *tags* RFID o NFC integrar diferentes sistemas de pago, y votar, además de navegar la web de la misma manera que se hace desde una computadora.



Figura 2. 19: Aplicaciones de móviles con NFC

La siguiente imagen resume conceptualmente las aplicaciones de las TICs para la generación de ciudades inteligentes.



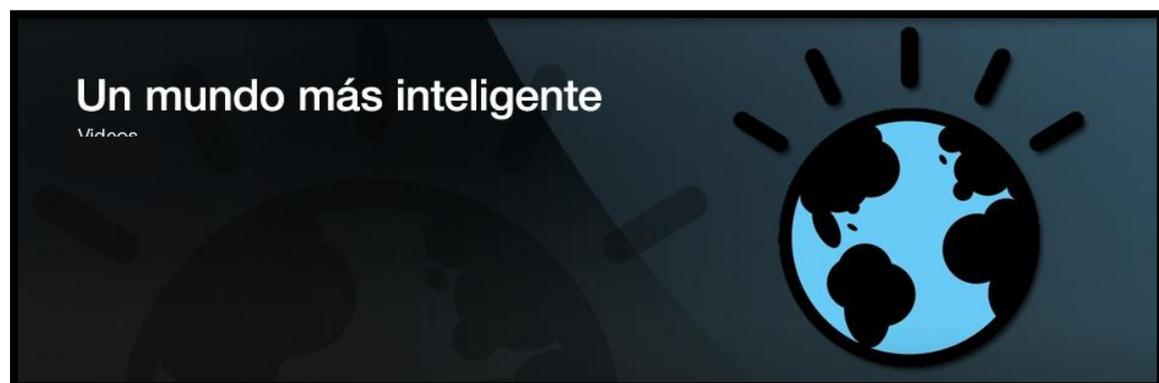
### 2.3 – PRINCIPALES PROYECTOS ORIENTADOS A LAS SMART CITIES

Diferentes organizaciones alrededor del mundo se encuentran desarrollando gran diversidad de proyectos orientados al diseño e implementación de las aplicaciones presentadas anteriormente. Algunas de ellas se enfocan a un aspecto particular de las ciudades inteligentes y otras han desarrollado programas integrales considerando gran parte de los sistemas urbanos. A continuación serán presentados los proyectos u organizaciones más representativos.



IBM es la empresa multinacional de servicios basados en tecnología de la información más grande del mundo, que fabrica y comercializa herramientas, programas y servicios relacionados con la informática desde el s. XIX.

“Un mundo más inteligente” es su propuesta en la que se aplican los conceptos de las ciudades inteligentes, evaluando las diferentes problemáticas urbanas planteadas en este estudio. A pesar de que aún no ha desarrollado soluciones para todos estos casos, IBM cuenta con programas destinados al análisis de cada uno de ellos con el fin de diseñar e implementar propuestas de resolución en distintas ciudades del mundo. Software, hardware y servicios IBM ayudan a crear, administrar y mantener las infraestructuras más inteligentes e interconectadas del mundo, para infundir mayor inteligencia en edificios, ciudades, empresas de servicios, oficinas, sistemas de transporte y operaciones en todos los sectores.



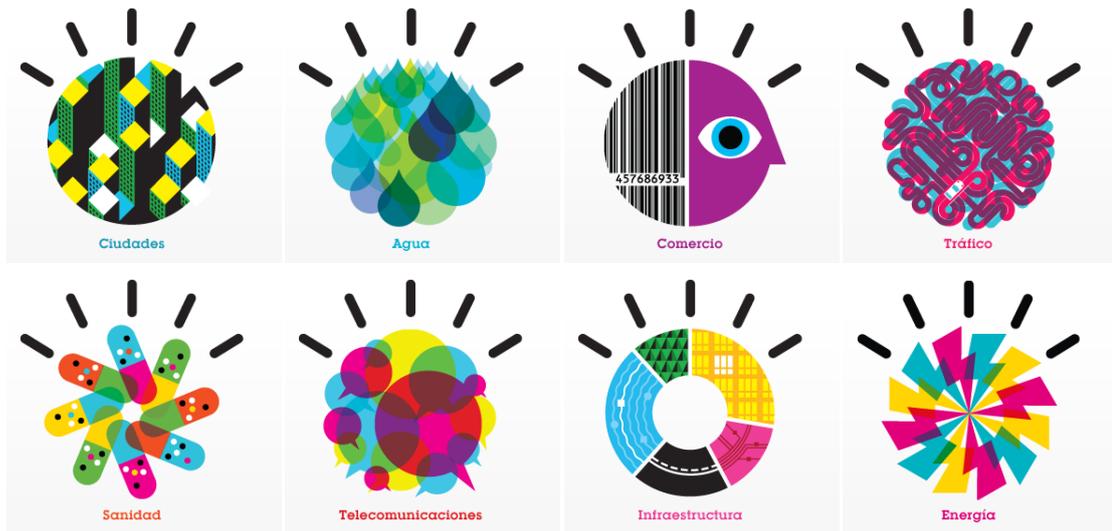


Figura 2. 20: Propuesta IBM

Esta propuesta surge en función de analizar la situación actual del mundo: sus problemáticas urbanas y el estado de la tecnología, destacando que lo que hace posible la construcción de un mundo más inteligente es que cada vez el mismo se encuentra más instrumentado, con millones de transistores por persona para poder automatizar e interconectar objetos y procesos, y con la masificación de los teléfonos móviles; más interconectado en función a la fuerte expansión de Internet, y más inteligente gracias a los modelos informáticos que permiten transformar datos en información y luego en inteligencia para poder actuar en consecuencia de una manera más inteligente y eficiente.



IBM ha abierto dos centros de excelencia en gestión de agua. El proyecto SmartBay Galway (figura 2.21) en Irlanda recoge constantemente datos en tiempo real sobre calidad de agua, acuicultura, contenido químico, energía del oleaje y movimientos de las mareas, ayudando a la gestión del cultivo de moluscos y a las patrullas de vigilancia costera en caso de plagas de medusas o de corrientes fuertes.

## SmartBay Galway

In Galway Bay, Ireland, data is collected from a variety of sources and used to inform a host of industries.

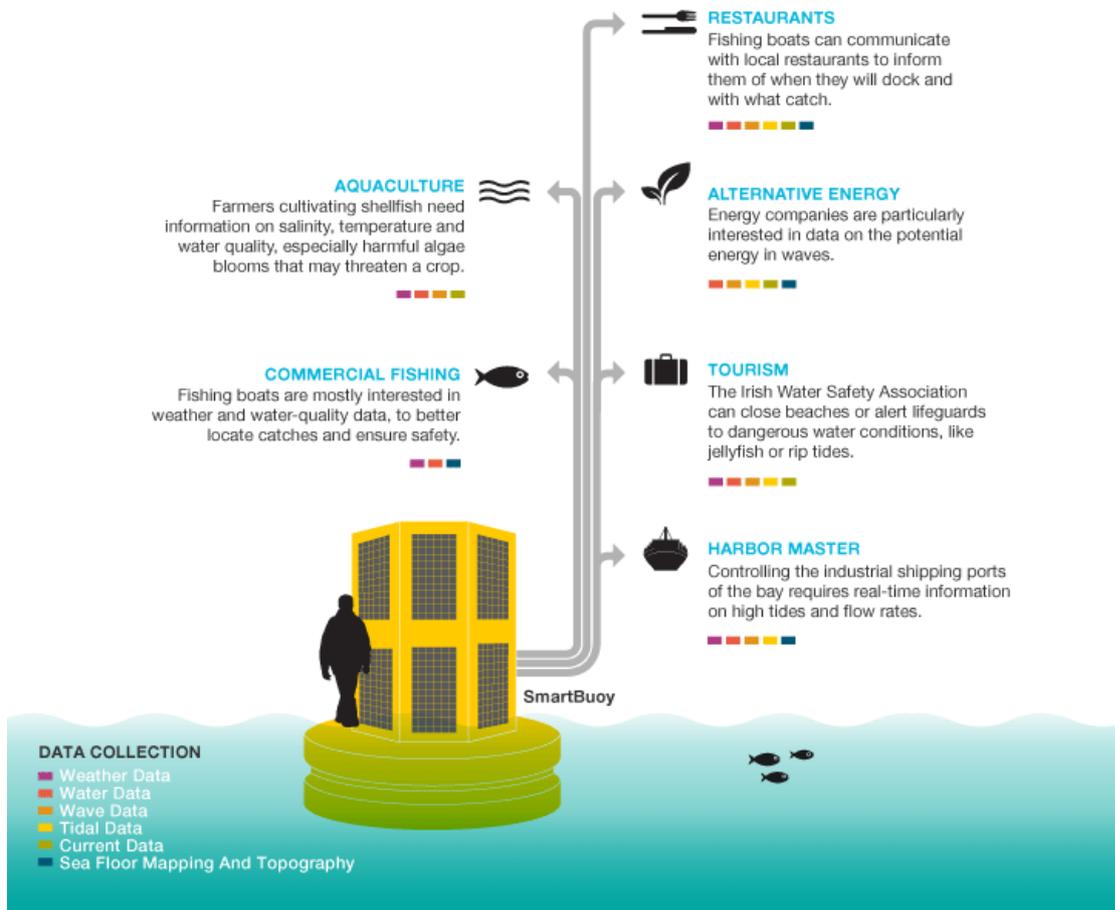


Figura 2. 21: Proyecto IBM SmartBay Galway

Otro centro localizado en Ámsterdam desempeñará el programa de control de inundaciones que el gobierno holandés prevé para 2015. En los Países Bajos, IBM está trabajando también con asociados para construir diques más inteligentes que puedan monitorear las condiciones cambiantes de las mareas y responder adecuadamente. Además, IBM trabaja con administraciones locales, agricultores y rancheros en la cuenca del río Paraguay-Paraná, donde se encuentra São Paulo, para comprender los factores que pueden ayudar a proteger la calidad y la disponibilidad del sistema hídrico, usando sofisticadas redes de sensores para recolectar y analizar la enorme cantidad de datos generados en complejos sistemas hídricos.

Junto con el Instituto Beacon para Ríos y Estuarios y la Universidad de Clarkson, IBM está creando una plataforma de datos para apoyar la instrumentación en los 506 kilómetros de longitud total del río Hudson. El proyecto propone la visualización en tiempo real del sistema fluvial que abastezca tanto a la industria como a las personas, con el objetivo de preservar y proteger el agua limpia, entendiendo cómo el río responde ante la interacción de las actividades humanas. Como se observa en la figura 2.22, para esto se dispone de una red de sensores inalámbricos flotantes ubicados a lo largo del río, que monitorean las condiciones físicas, químicas y biológicas del agua.

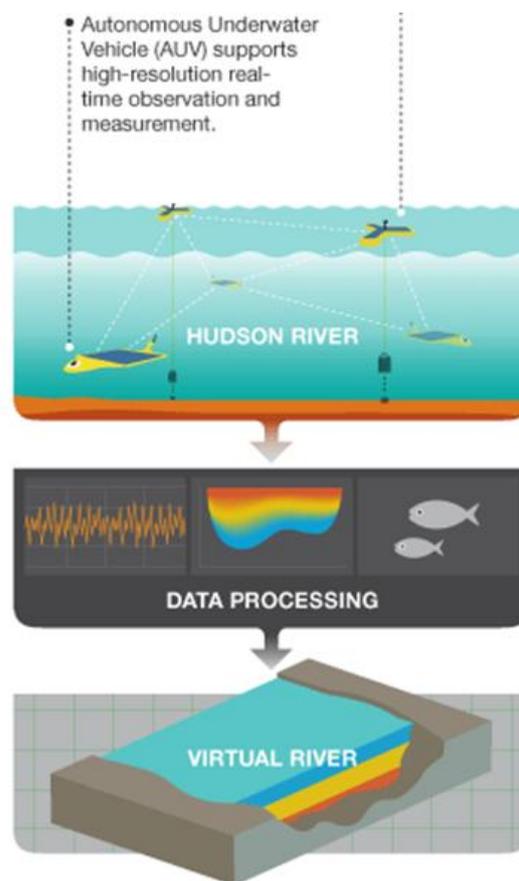


Figura 2. 22: Red de observación del río Hudson

Estos datos se transmiten en tiempo real a una central que procesa los datos obteniendo un río virtual que permite entender el ecosistema, sus sedimentos y contaminantes, en función de las actividades humanas.

Expertos industriales y científicos de IBM trabajan en soluciones energéticas inteligentes en todo el mundo, colaborando con empresas de suministro a nivel mundial para acelerar la adopción de redes inteligentes para que sean más fiables y ofrecer a los clientes un mejor uso de la información. Actualmente IBM trabaja en siete de los diez proyectos de gestión de contadores automatizados más grandes del mundo. IBM busca posicionarse en América Latina como la empresa líder de soluciones mundiales sobre racionalización de consumo de energía y eficiencia operacional de las redes eléctricas. El principal proyecto *smart grid* de IBM es el de la isla de Malta donde está implementando en simultáneo la red eléctrica y la infraestructura hidráulica inteligentes que permitirán analizar en tiempo real el funcionamiento de los sistemas, informar a los consumidores sobre sus niveles de consumo, e identificar fugas de agua y electricidad. De esta manera se pretende distribuir la energía y el agua de maneras eficientes y estar en condiciones de detectar potenciales dificultades o problemáticas. Este proyecto de 90 millones de dólares estará completo para 2012, constituyéndose la primera red nacional inteligente del mundo.

Con el objetivo de potenciar el funcionamiento y la efectividad de las redes eléctricas inteligentes, IBM está investigando además cómo convertir millones de futuros vehículos eléctricos en un sistema de almacenamiento distribuido, de forma que el exceso de energía pueda aprovecharse y devolverse al sistema de manera eficiente.

Esta investigación acompaña al desarrollo de vehículos inteligentes. En el marco de este proyecto IBM trabaja con ciudades importantes como Estocolmo, Singapur, Londres o Brisbane para gestionar mejor el tráfico y reducir la polución y contaminación atmosféricas. El propósito de IBM es identificar el mejor funcionamiento del sistema, definiendo cuándo resulta conveniente recargar el coche, cuánto cuesta, y cómo el vehículo puede formar parte de la red eléctrica urbana, entre otras cuestiones.

La propuesta se basa en un sistema completo, analizando la provisión de energías renovables para el suministro de los vehículos, las baterías necesarias para la autonomía de los mismo, los centros de recarga de las baterías tanto públicos como en domicilios particulares, y la participación de estos automóviles dentro del sistema de redes eléctricas inteligentes.

IBM está desarrollando el proyecto *Battery 500* con el objetivo de ampliar la autonomía efectiva de los vehículos eléctricos de 160 a 804 km. Se han reclutado 40 ingenieros y científicos para dominar las técnicas de producción de semiconductores a nanoescala, para aumentar la capacidad de las baterías multiplicando por diez su densidad de almacenamiento con respecto a las baterías de iones de litio usadas en la actualidad. El proyecto estará dirigido por el reputado centro de investigación de IBM en California, que trabajará junto a los laboratorios del Departamento de Energía de EE.UU. para determinar en un plazo de dos años si es posible alcanzar la meta impuesta utilizando acumuladores de iones de litio.<sup>25</sup> La figura 2.23 presenta la propuesta de IBM en el campo de los automóviles eléctricos.

---

<sup>25</sup> Fuente:

[http://infoluna.com/not/374/ibm\\_trabaja\\_en\\_baterias\\_de\\_coche\\_electrico\\_con\\_recargas\\_par\\_a\\_llegar\\_a\\_una\\_autonomia\\_de\\_800\\_kilometros/](http://infoluna.com/not/374/ibm_trabaja_en_baterias_de_coche_electrico_con_recargas_par_a_llegar_a_una_autonomia_de_800_kilometros/)

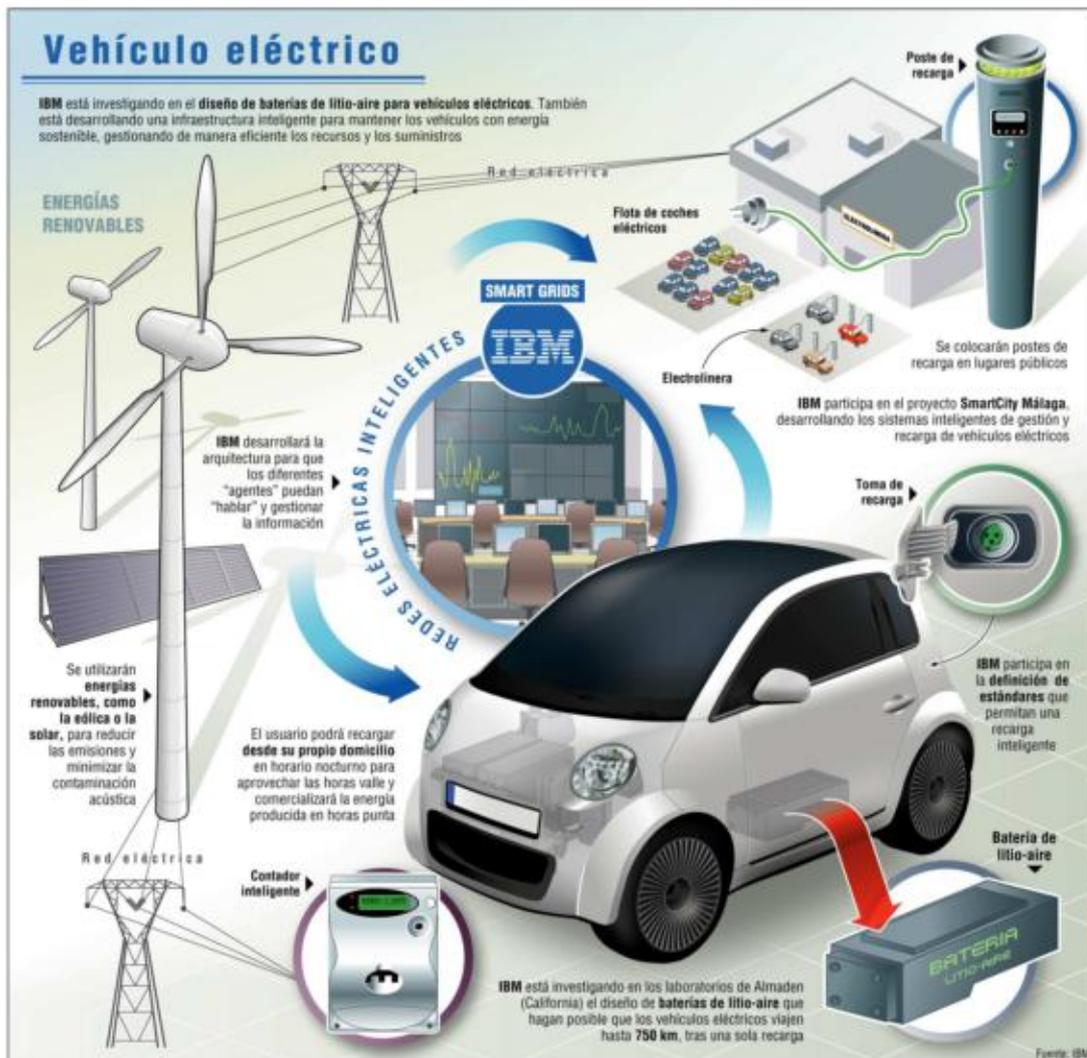


Figura 2. 23: Proyectos Smart Grids y Battery 500 de IBM

En el campo de la salud, una iniciativa conjunta de IBM con Google Salud y Continua Health Alliance, permite a los pacientes y a sus familiares almacenar y seguir toda la información sobre la evolución de su salud a través de dispositivos médicos. Además, IBM está ayudando a algunas de las mejores universidades del mundo a desarrollar una red mundial de información sanitaria que ayude a los médicos en la elaboración de diagnósticos.

Convencidos de que los edificios inteligentes son la llave a la sustentabilidad económica y ambiental de los ambientes urbanos, IBM posee una especialización en administración de sistemas que unifican lo físico y lo digital, creando infraestructuras inteligentes para edificios más funcionales. En este sentido, IBM está proporcionando tecnología que administra edificios de oficinas, depósitos, fábricas, centrales eléctricas, laboratorios, campus universitarios, departamentos, complejos recreacionales y todo tipo de edificios para ahorrar costos, mejorar la administración de sistemas y reducir las

emisiones de carbono. En relación a esto último, IBM fundó una alianza de industria llamada Green Sigma Coalition, formada por compañías que se especializan en medición, monitoreo, automatización, comunicaciones de datos y software para dar soluciones inteligentes en la administración de energía, agua, residuos y gases que producen el efecto invernadero.

Green Sigma surge en base a la necesidad de las empresas de reducir su nivel de emisión de de carbono para reducir su impacto sobre el ambiente cumpliendo con las nuevas legislaciones que surgen en materia ambiental. Considerando que no es posible administrar sin una adecuada medición, Green Sigma propone como primera fase el desarrollo de indicadores directos e indirectos sobre las emisiones como por ejemplo el consumo de energía y el impacto ambiental de la logística. La segunda fase de la propuesta consiste en establecer las mediciones en las áreas de la empresa con mayor impacto ambiental donde se identifiquen potenciales oportunidades de mejora. Luego debe desarrollarse un tablero de control que presente los indicadores y su evolución. En base a estos datos es posible optimizar procesos utilizando una serie de herramientas estadísticas y otras técnicas de análisis que propone el modelo. Finalmente, con la ayuda de consultores de Green Sigma se realiza un continuo control de la performance alcanzada manteniendo la optimización de los procesos principales en cuanto a niveles de contaminación e identificando nuevas oportunidades de mejora.<sup>26</sup>



Cisco Systems es una empresa líder mundial en soluciones de red e infraestructuras para Internet. Está principalmente dedicada a la fabricación, venta, mantenimiento y consultoría de equipamientos de telecomunicaciones

Esta empresa cuenta con un programa de soluciones para las problemáticas urbanas denominada Red Metropolitana Móvil (RMM), que permite a los gobiernos locales y medios de transporte incrementar la seguridad pública y su eficiencia operativa, además de mejorar la prestación de los servicios. Este proyecto se compone de tres soluciones: seguridad pública, sector público y transporte público, esquematizadas en la figura 2.24.

---

<sup>26</sup> Fuente: Green Sigma IBM.

[http://www-935.ibm.com/services/uk/bcs/pdf/ibm2216\\_02\\_green\\_sigma\\_final.pdf](http://www-935.ibm.com/services/uk/bcs/pdf/ibm2216_02_green_sigma_final.pdf)



Figura 2. 24: Red Metropolitana Móvil

En cuanto a seguridad pública la videovigilancia se logra conectando a la RMM cámaras IP instaladas en postes de luz, edificios y patrulleros, siendo posible acceder a todas las cámaras de la ciudad desde cualquier dispositivo con conexión a Internet. Esto permite administrar y supervisar en simultáneo distintos sitios de la ciudad. La RMM ofrece acceso de banda ancha seguro a bases de datos, huellas digitales y fotografías facilitando la vigilancia de la comunidad a favor de su seguridad. La interoperabilidad de las comunicaciones se logra a través de una infraestructura de red IP unificada que permite a varios organismos comunicarse y colaborar entre sí. Fomentando el desarrollo de la telemedicina, Cisco propone equipar ambulancias con redes móviles y videocámaras para una mejor comunicación con los centros de servicios médicos. De esta manera sería posible para los médicos diagnosticar anticipadamente la situación del paciente. Finalmente se propone la integración de los semáforos a la red para utilizarlos más eficientemente como agentes controladores de patrones de flujo vehicular.

Para brindar servicios al sector público, una base de red IP ofrece la infraestructura común que integra servicios y aplicaciones de la red de información inteligente, de modo que diversos organismos puedan acceder a la misma información esencial y compartirla mejorando la toma de decisiones. Por otro lado, muchos de los servicios que proporcionan los empleados públicos en la comunidad consisten en la recopilación de datos y presentación de informes. Para la recolección de los datos es posible utilizar dispositivos inalámbricos que a su vez quedarán disponible desde la red.

Finalmente, la RMM cuenta con soluciones para el transporte público. En este sentido las estaciones inteligentes posibilitan las comunicaciones integradas que simplifican el uso compartido de voz, video y datos así como la prestación de servicios en todas las estaciones, las operaciones de terminales y los

servicios de información para pasajeros. Puede implementarse una red inalámbrica para los servicios de emisión y cobranza de pasajes, puestos de información, y videovigilancia. Pueden implementarse además redes integradas de vehículos móviles para que se conecten con la red del organismo de transporte. Mediante routers móviles y las tecnologías IP móviles, los trenes y ómnibus metropolitanos pueden contar con conectividad inalámbrica en cualquier parte de la ciudad. Por último, existe la posibilidad de ofrecer un corredor inteligente a lo largo de las vías es importante para muchas aplicaciones ferroviarias y de seguridad.

Esta solución permite a los gobiernos locales administrar sus recursos de manera eficaz, mejorar su eficiencia operativa y su capacidad de respuesta. Además permite acceso remoto seguro a la red, movilidad, escalabilidad, e interoperabilidad de aplicaciones.<sup>27</sup>

Aparte de la RMM, Cisco participa en diversidad de proyectos fomentando el desarrollo de las ciudades inteligentes. Uno de estos proyectos consiste en colaborar con Metrópolis, la asociación mundial de las mayores metrópolis y opera como un foro internacional para explorar cuestiones e inquietudes comunes a las grandes ciudades, a desarrollar su “Visión 2030 para ciudades sostenibles”. En este sentido, Cisco asesorará a Metrópolis sobre cómo construir un modelo operativo de colaboración entre las ciudades miembro de la asociación y establecer una Academia de Liderazgo Urbano para mostrar cómo las ciudades del futuro pueden usar la tecnología para contar con transportes públicos más limpios, reducir la polución, y ofrecer acceso generalizado a servicios públicos, centrándose en un crecimiento económico sustentable.<sup>28</sup>

“Frente al modelo de IBM de dotar de inteligencia a infraestructuras existentes, Cisco apuesta a construirlas de cero”.<sup>29</sup> El primer proyecto al respecto, es la futura ciudad de Songdo en Corea del Sur, que se convertirá en 2015 en una de las primeras ciudades inteligentes del mundo. Cisco es la empresa contratada para el diseño y la implementación las redes de comunicaciones entre todos los edificios y objetos de la ciudad, de modo que todos los sistemas tecnológicos urbanos queden interconectados entre sí. Luego de completar

---

<sup>27</sup> Fuente: Soluciones de red metropolitana móvil de Cisco. Descripción general de la solución.

[www.cisco.com](http://www.cisco.com)

<sup>28</sup> Fuente: Cisco y Metrópolis colaboran para desarrollar ciudades inteligentes y sostenibles.

[http://www.pcworldenespanol.com/pcwla2.nsf/noticias\\_de\\_it/61C38CEC8A85D19F852575790018A7B0](http://www.pcworldenespanol.com/pcwla2.nsf/noticias_de_it/61C38CEC8A85D19F852575790018A7B0)

<sup>29</sup> Fuente: La ciudad del futuro. <http://www.elmundoenpositivo.com>

este proyecto, la compañía planea replicar la propuesta para ayudar a construir 20 nuevas ciudades inteligentes.



**Massachusetts  
Institute of  
Technology**

El Media Laboratory del Massachusetts Institute of Technology (MIT) cuenta con un proyecto denominado *Smart Cities* que desarrolla sistemas en busca de hacer a las ciudades más sustentables, habitables y socialmente equitativas a través de innovaciones tecnológicas.

Existe una gran cantidad de estudios y desarrollos dentro de este proyecto, de entre los que se destacan una serie de proyectos relacionados a la movilidad en las zonas urbanas. En este sentido se han desarrollado prototipos de automóviles, bicicletas y motos eléctricos e inteligentes, que proponen ser combinados en un sistema denominado *Mobility on Demand* o movilidad por demanda.

Este sistema funciona como un medio de transporte público pero para transporte uni o bipersonal. Consiste en una flota de vehículos eléctricos, como automóviles, motocicletas y bicicletas, dispuestos en estaciones de recarga estratégicamente distribuidos por la ciudad. Los usuarios simplemente se acercan a la estación más cercana, introducen su tarjeta de crédito y acceden a la utilización de un vehículo para movilizarse por el área urbana. De la misma manera el vehículo se devuelve en otra estación que resulte conveniente según el destino deseado. Las estaciones de recarga toman energía de la red eléctrica urbana, diseñada como una *smart grid*.

Los usuarios se ven beneficiados al poder acceder a medios de transporte confortables y convenientes a bajos costos, sin necesidad de un contar con un seguro para accidentes, ni de preocuparse con cargar combustible ni por encontrar estacionamiento. En lo que respecta al medio ambiente urbano, las ventajas del sistema se evidencian en un consumo eficiente de energía al ser los vehículos eléctricos conectados a la misma red urbana, menor contaminación ambiental al minimizar las emisiones de carbono y el ruido, y disminución del tráfico y de los problemas de estacionamiento al lograrse altos niveles de utilización por vehículo.

Una adecuada administración del sistema se basa en la innovadora combinación de información real sobre el funcionamiento del mismo, un sistema logístico que balancee la demanda y la oferta de vehículos en las

distintas estaciones, y el uso de precios dinámicos para modificar conductas de demanda. Los factores esenciales de este sistema son:

- Vehículos especialmente diseñados
- Estaciones distribuidas adecuadamente en la ciudad
- Infraestructuras de censado y control
- Software de administración de la demanda
- Sistemas inteligentes de abastecimiento de energía

Entre los vehículos del sistema se encuentran el *city car* o auto urbano, la *robo scooter* y la *green wheel* para bicicletas. Cada usuario puede utilizar una o más de estas opciones en un mismo recorrido según resulte más conveniente en función de las distancias, los costos, el confort y la funcionalidad requeridos, y además está pensado para combinarse con el transporte público. La figura 2.25 muestra el vehículo a utilizar según la distancia a punto dado, y la 2.26 representa un ejemplo de combinación de los posibles medios de transporte.

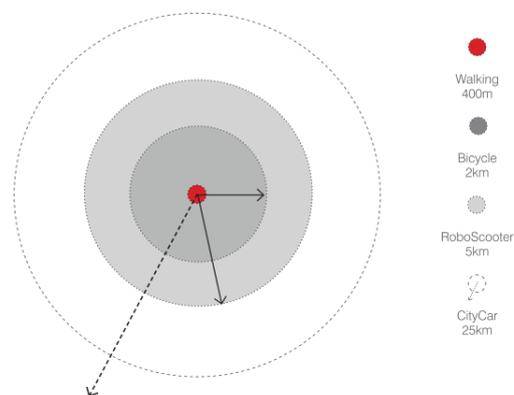


Figura 2. 25: Rangos de movilidad según tipo de vehículo

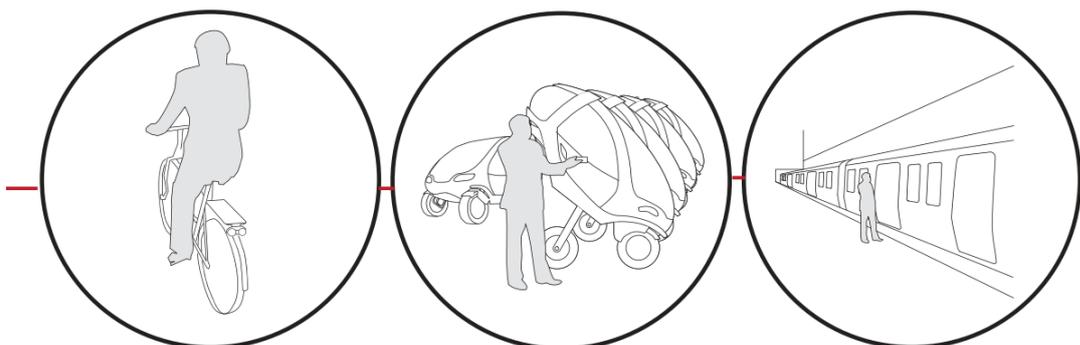


Figura 2. 26: Combinación de vehículos

El *city car* o automóvil urbano, presentado en la figura 2.27, diseñado por MIT pretende ser una opción limpia, compacta y eficiente desde el punto de vista energético, con las mismas características de confort que un automóvil tradicional pero otorgando alta movilidad personal a bajos costos y complementando efectivamente los sistemas de transporte público. La tecnología instrumental crucial de este automóvil es una rueda robot omnidireccional que tiene un motor eléctrico, suspensión, dirección y freno. Funciona por accionamiento de controles con un solo cable eléctrico y un cable de datos de entrada. Esta arquitectura altamente modularizada ofrece gran flexibilidad al diseño del cuerpo y su interior. Esta flexibilidad permite la obtención de un vehículo plegable y apilable de modo de disminuir significativamente los espacios necesario para el estacionamiento. Las ruedas independientes y omnidireccionales proporcionan gran maniobrabilidad de modo que los autos pueden girar sobre su propio eje.



Figura 2. 27: MIT City Car

En el contexto de *Mobility on Demand*, estos automóviles, a diferencia de los eléctricos e híbridos actuales, no requieren de gran autonomía ni de voluminosas baterías. En cambio al apilarse en las áreas de estacionamiento, introducen capacidad de almacenamiento en la red eléctrica inteligente. De esta manera no solo pueden recargarse cuando así lo requieren y a bajos costos, sino que además ayudan a nivelar los máximos y mínimos de consumo de la red al mismo tiempo que permiten hacer uso efectivo de energías renovables intermitentes como la solar o eólica.<sup>30</sup>

Bajo el mismo concepto del *City Car* se ha diseñado la *RoboScooter* presentada en la figura 2.28. Esta es una motocicleta eléctrica y plegable que

<sup>30</sup> Fuentes: (artículo) Ciudades inteligentes. Uoc Papers: revista de la sociedad del conocimiento. Universidad de Cataluña. W. Mitchell. 2007 <http://cities.media.mit.edu/>

maximiza las ventajas de movilidad de las motos tradicionales minimizando sus desventajas. Cuenta con motores colocados en las ruedas que funcionan con pequeñas baterías recargables y fácilmente reemplazables, siendo completamente silenciosos y limpios. Al plegarse estos vehículos, al igual que el *City Car*, minimiza el espacio ocupado durante su estacionamiento. Su construcción es significativamente más simple, consistiendo de 150 piezas contra 1000 – 1500 de las motos tradicionales, lo cual simplifica la cadena logística y el proceso de ensamble, reduce los costos y minimiza las necesidades de mantenimiento.<sup>31</sup>



Figura 2. 28: MIT RoboScooter

Por último el MIT ha diseñado una Green Wheel como asistente eléctrico para bicicletas, la cual puede observarse en la figura 2.29. Es un módulo que puede adaptarse a toda bicicleta estándar para minimizar el esfuerzo en el uso de la misma. Funciona en base a baterías de ion-litio de alto rendimiento que puede ser recargado en solo una hora en áreas de estacionamiento de la misma manera que con los vehículos anteriores, contando con autonomía suficiente para un día completo. Estos módulos tienen un uso de la energía altamente eficiente y económico.<sup>32</sup>



Figura 2. 29: MIT Green Wheel

<sup>31</sup> Fuente: <http://cities.media.mit.edu/>

<sup>32</sup> Fuente: <http://cities.media.mit.edu/>

Las estaciones son los puntos de los cuales tanto se retiran como se devuelven los diferentes vehículos, y además es donde se realiza la recarga de baterías a través de la conexión a una red eléctrica. Debe contarse con equipos para la realización de la transacción electrónica de retiro y devolución de los vehículos de manera rápida, simple y segura. Para un adecuado funcionamiento del sistema estos puntos deben estar densamente distribuidos en el área urbana de modo de siempre estar próximo a posibles orígenes y destinos de los usuarios. Para esto se consideran las características y lugares públicos particulares de cada ciudad, los espacios disponibles, y los patrones de demanda a largo plazo. Existe la posibilidad de incrementar el número de estaciones de manera modular a medida que el sistema se expande.

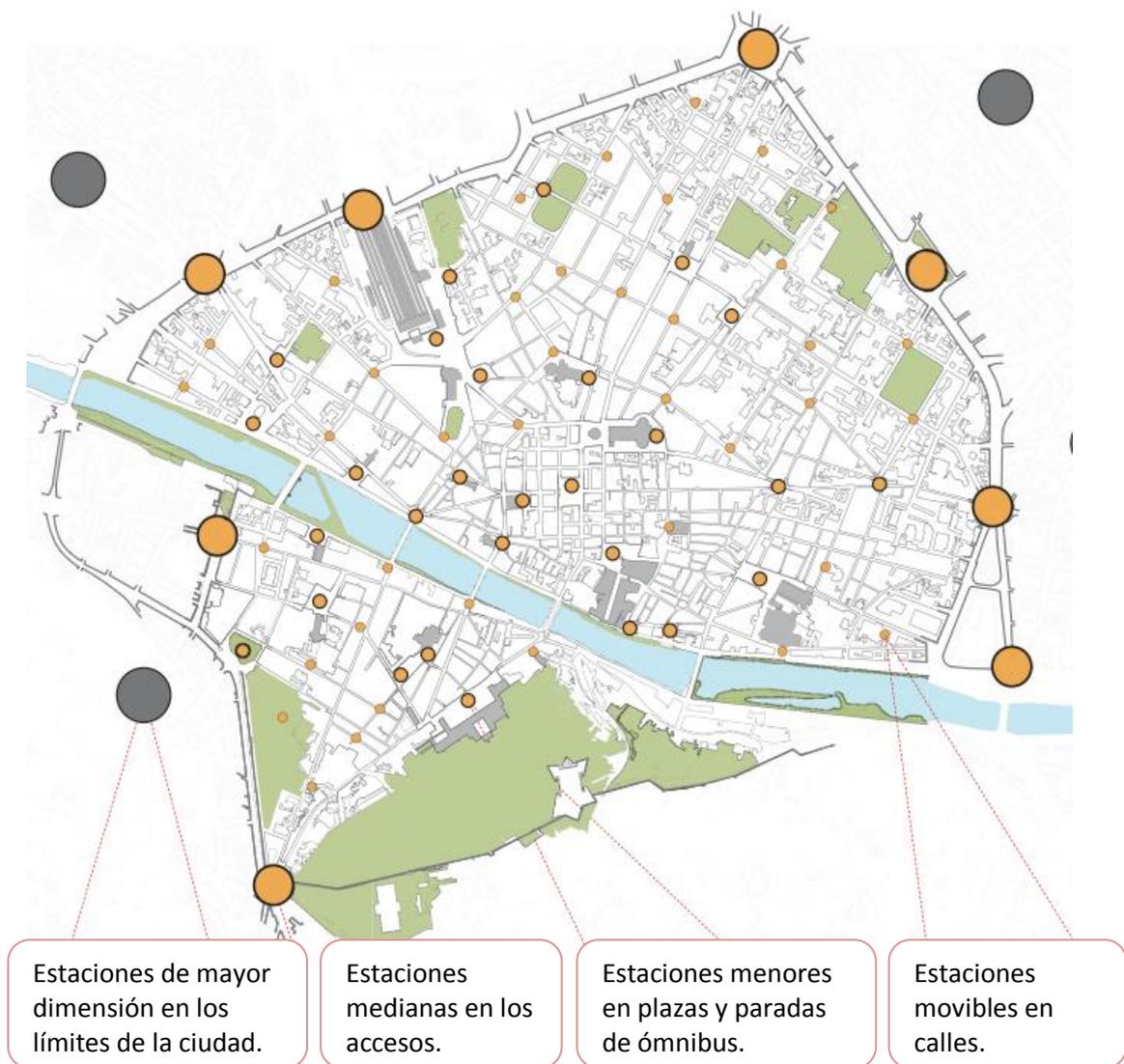


Figura 2. 30: Disposición de estaciones

A través de sensores colocados en las estaciones y de sistemas GPS en los vehículos, es posible conocer el estado del sistema en cada momento, es decir, cuál es la cantidad de autos siendo utilizados, en qué áreas de están desplazando, en qué nodos existe la mayor demanda de vehículos y de estacionamientos, y los tiempos de utilización de cada uno. Esto es principalmente importante para comprender el comportamiento de la demanda y poder actuar en consecuencia a fin de obtener un sistema balanceado y satisfacer las necesidades de los usuarios, a un costo razonable.

Para administrar la demanda el sistema recurre al establecimiento dinámico de precios actualizando los costos de cada estación conforme a los niveles de demanda que se verifiquen. De esta manera se logra modificar los patrones de comportamiento, obteniendo a cambio una demanda mejor distribuida a lo largo del área urbana. Este efecto puede observarse en la siguiente figura.

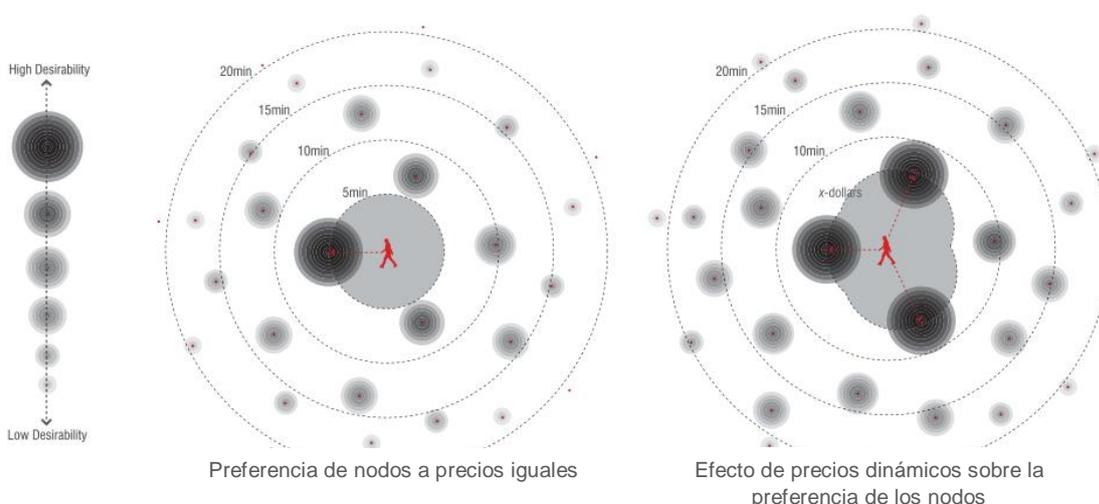


Figura 2. 31: Estrategia de precios dinámicos



Otro proyecto relacionado a la movilidad urbana se corresponde con el negocio de la empresa Better Place.

El objetivo de esta empresa consiste en la reducción de la dependencia del petróleo a nivel global a través de la creación de una infraestructura de transporte fundamentada en el libre mercado que sirva de apoyo a los vehículos eléctricos, ofreciendo a los ciudadanos alternativas de transporte personal económica, limpia y sostenible.

Para el diseño de automóviles eléctricos Better Place está trabajando con Renault-Nissan, quienes serán de las primeras empresas en introducir masivamente al mercado este tipo de vehículos, además de encontrarse entre los primeros fabricantes de automóviles del mundo.

La principal ventaja de los automóviles eléctricos es que no emiten gases contaminantes al medio ambiente, además tienen un funcionamiento silencioso y requieren de menor mantenimiento al conformarse por menor cantidad de piezas. Actualmente la principal dificultad que presentan es la baja potencia y la poca autonomía, es decir que sus baterías no pueden almacenar suficiente energía para recorrer largas distancias. Además requieren de largos periodos de recarga.

Ante esta situación, Better Place propone la utilización de baterías de ion-litio que cuentan con mayores capacidades de almacenamiento y generan más del doble de potencia por unidad de volumen, además de ser más seguras que las baterías tradicionales. De acuerdo con la protección del medio ambiente, más del 95% de los materiales de estas baterías son recuperables y reutilizables. Estas baterías resultan más económicas y eficientes que las que se encuentran disponibles en la actualidad.

Para la recarga de las baterías se presentan dos posibilidades: la recarga normal que requiere de 4 a 8 horas y que por lo tanto se realizará en general durante la noche cuando el vehículo no será utilizado, y la recarga rápida que permite alcanzar 80% de la carga en tan solo 30 minutos. El proyecto propone la disposición de puntos de carga en cada domicilio y en la vía pública formando una red de carga a lo largo de la ciudad. Además serán necesarios también centros de cambio de baterías para aquellos casos en que no se cuenta con el tiempo disponible para la recarga.<sup>33</sup>

---

<sup>33</sup> Fuente: [www.betterplace.com](http://www.betterplace.com)



Figura 2. 32: Propuesta Better Place para el automóvil eléctrico

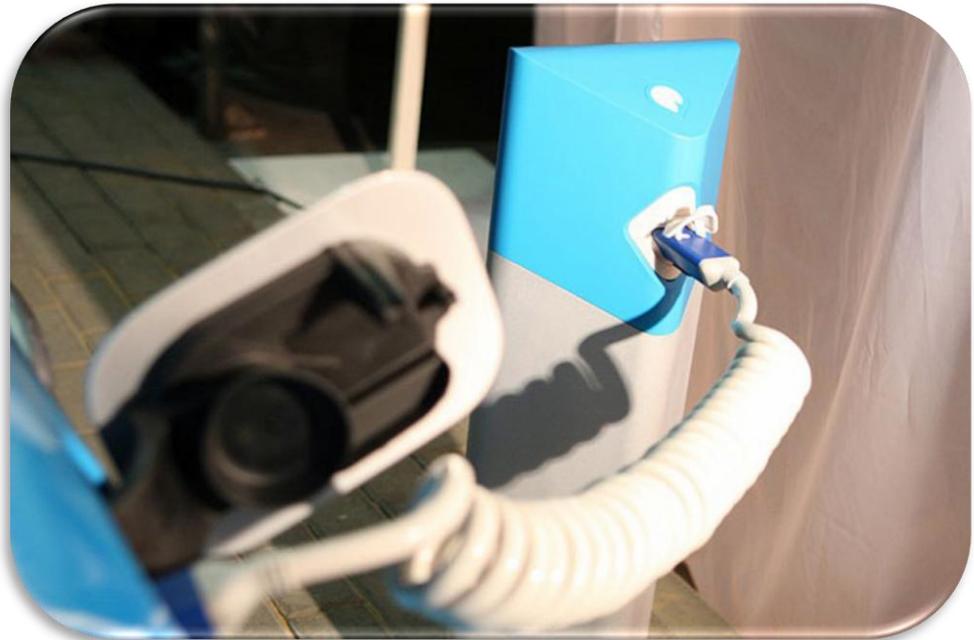


Figura 2. 33: Punto de recarga de baterías

Entre los proyectos desarrollados por Better Place se destacan como primer logro un sistema de automóviles eléctricos descrita previamente en Israel, y una red de taxis eléctricos con baterías cambiables en Tokio, que presentan la ventaja para las empresas de taxis de maximizar los tiempos de operación al no requerir recargar combustible, y en lo que respecta al medio ambiente, una disminución del 20% de las emisiones de dióxido de carbono<sup>34</sup>. Además en abril de 2010 se acordó con una empresa fabricante de automóviles china el inicio de las actividades conjuntas en el diseño y desarrollo de vehículos eléctricos. Esto representa un gran paso para la empresa dado que China es el mayor potencial consumidor de este proyecto.<sup>35</sup>

<sup>34</sup> Fuente: [www.betterplace.com](http://www.betterplace.com)

<sup>35</sup> Fuente: [www.ft.com](http://www.ft.com)



## III - SITUACIÓN GLOBAL: CIUDADES INTELIGENTES DEL MUNDO

### 3.1- INTRODUCCIÓN

Actualmente muchas ciudades del mundo están tomando conciencia de las problemáticas urbanas planteadas en capítulos anteriores de este estudio. En este sentido se definen agendas y estrategias de implementación de tecnologías de la información y la comunicación en el desarrollo de aplicaciones en búsqueda de soluciones a estas problemáticas, donde se obtengan sistemas más inteligentes y eficientes, que beneficien a sus ciudadanos con una mejor calidad de vida. Además de esta planificación, esencial para lograr estos objetivos de largo plazo, las ciudades ya se encuentran implementando mejoras a sus sistemas urbanos. Como se comentó previamente, empresas como IBM son las contratadas para el diseño e implementación de las soluciones necesarias.

La situación actual en cuanto al desarrollo real de las ciudades como ciudades inteligentes es muy incipiente. Existen ciudades con mayor nivel de aplicaciones inteligentes, pero en términos generales la implementación de estas soluciones se limita a los aspectos más cruciales que se presentan en cada ciudad. Principalmente los desarrollos involucran temáticas relacionadas a la gestión energética y de transporte urbano, aunque también empiezan a surgir numerosas construcciones de edificios inteligentes.

Por otro lado se están diseñando y construyendo ciudades completamente bajo el concepto de *smart cities*, implementando en su totalidad las aplicaciones asociadas. Este es el caso de Songdo en Corea del Sur, y de Santander en España. Estas ciudades aún no han sido finalizadas, con lo cual se puede decir que todavía el mundo no cuenta con ciudades realmente inteligentes, pero no falta demasiado para que esto se convierta en una realidad.

### 3.2 – CONTEXTO GLOBAL EN MATERIA DE INTELIGENCIA Y SUSTENTABILIDAD

Previo al análisis de ciudades específicas, resulta conveniente realizar un análisis de las principales políticas y objetivos que se han desarrollado en el mundo en relación al urbanismo. En este sentido se desatacan los casos de la Unión Europea, Asia y en menor medida Estados Unidos.

#### *Unión Europea:*

La Unión Europea ha definido su visión para el año 2020 que consiste en tres prioridades principales: crecimiento inteligente donde la economía se basa en el conocimiento y la innovación, crecimiento sostenible donde existe un uso eficaz de los recursos, y un crecimiento integrador con un alto nivel de empleo y cohesión social y territorial.<sup>36</sup>

A fin de alcanzar estos objetivos ha desarrollado diversos planes estratégicos que buscan mejorar sus sistemas urbanos a través de la utilización de TICs de manera integrada, es decir, involucrando a todos los países de la unión. Se espera que el uso de la tecnología y la explotación de la información de manera inteligente ayuden a superar problemáticas como el cambio climático y el envejecimiento de la población a partir de su implementación para el ahorro de energía y recursos, la sanidad sostenible y la administración electrónica y sistemas de transporte inteligentes que favorezcan una mejor y más eficiente movilidad.

Los planes están principalmente orientados a las problemáticas energéticas y de transporte. Esto es así porque, según informa el Presidente de la Comisión Europea, Barroso, “los precios de la energía en la Unión Europea han aumentado una media del 15% en el último año, y se importa un 54% de la energía de Europa, lo que representa un costo de 700 euros por cada ciudadano de la UE.”<sup>37</sup>

Dentro del Séptimo Programa Marco (7PM) se ha asignado un presupuesto total de 9.100 millones de euros para financiar investigaciones en el campo de las TIC. Se trata del tema de investigación más importante del programa de Cooperación, que es a su vez el mayor programa específico, al contar con el 64% del presupuesto total. Sin embargo, la inversión de la UE en investigación y desarrollo sigue siendo inferior a la de Estados Unidos. Antes de 2020 los

---

<sup>36</sup> Fuente: Comunicación de la Comisión Europea. Europa 2020: Una estrategia para un crecimiento inteligente, sostenible e integrador. Bruselas. 2010.

<sup>37</sup> Fuente: La Unión europea pule su estrategia energética.  
<http://www.eurogersinfo.com/espagne/actes1708.htm>

Estados miembros de la UE deberán duplicar la inversión pública total anual en investigación y desarrollo sobre TICs, pasando de 5.500 millones de euros a 11.000 millones de euros, y también participar en proyectos piloto a gran escala para desarrollar y probar soluciones innovadoras e interoperables en áreas de interés general.

Englobando los distintos planes, la Comisión Europea ha establecido una Agenda Digital que fomenta maximizar el potencial de las TICs. Esta Agenda pretende contribuir a la recuperación de la economía y sentar las bases de un futuro digital sostenible, capaz de mejorar la calidad de vida de los europeos. Esta agenda define siete sectores prioritarios:<sup>38</sup>

- La creación de un mercado único digital facilitando los pagos y facturación electrónicos.
- Incremento de la confianza en internet y de la seguridad en línea mediante una respuesta coordinada a los ciberataques y el refuerzo de las reglas sobre protección de datos personales.
- Garantizar un acceso mucho más rápido, de 30 Megas, a internet.
- Aumento de la inversión en investigación y desarrollo potenciando las inversiones privadas, complementándolas con los fondos regionales europeos.
- Fomento de la alfabetización y capacitación digitales, necesarias dado que el 30% de los europeos nunca ha utilizado internet.
- Mejora de la interoperabilidad entre los productos y servicios de las TICs.
- Aplicación de las TIC para abordar los desafíos sociales.

Para alcanzar estos objetivos, la Comisión prevé alrededor de cien medidas de apoyo, treinta de las cuales serán de carácter legislativo. Además es necesario que ministros e instituciones de los distintos países aseguren la coordinación horizontal.

En lo que respecta a la estrategia energética, se han desarrollado diferentes medidas para abordar esta problemática. Por un lado la Comisión Europea acordó el objetivo "Tres 20" para<sup>39</sup>:

---

<sup>38</sup> Fuente: Una Agenda Digital para Europa. 2010.

<http://cdecomunidaddemadrid.wordpress.com/2010/05/20/una-agenda-digital-para-europa/>

<sup>39</sup> Fuente: Europa potenciará las ciudades "inteligentes y ecológicas". Ambrojo. Barcelona.2010

[http://www.elpais.com/articulo/tecnologia/Europa/potenciara/ciudades/inteligentes/ecologicas/elpeputec/20100524elpeputec\\_8/Tes](http://www.elpais.com/articulo/tecnologia/Europa/potenciara/ciudades/inteligentes/ecologicas/elpeputec/20100524elpeputec_8/Tes)

- ✓ reducir para el año 2020 la producción de dióxido de carbono un 20% respecto de 1990
- ✓ obtener el 20% de la energía necesaria de recursos renovables
- ✓ disminuir un 20% del consumo total de energía

Para lograr estos objetivos se deben implementar medidas que fomenten una energía más limpia, diversificada y eficiente. Entre las energías renovables, que a partir de la reducción de las emisiones de dióxido de carbono contribuyen a limitar el cambio climático, se destaca la energía eólica en el mar. Esto requiere de infraestructuras más complejas y costosas que la terrestre pero permite aprovechar vientos más fuertes y frecuentes, traduciéndose en mayor producción. En una comunicación, la Comisión propone desarrollar la cooperación transfronteriza para compartir las experiencias y colaborar en los ámbitos de inversiones y evaluación de incidencias de las diferentes medidas. Otra medida que se propone es la del desarrollo de la cogeneración, que permite obtener simultáneamente electricidad y calor. Aprovechando para sistemas de calefacción el calor generado cuando se produce electricidad, en lugar de disiparlo a la atmosfera.<sup>40</sup>

Por otro lado han surgido políticas relativas a las redes eléctricas y la infraestructura, proponiendo el desarrollo de redes eléctricas inteligentes compatibles con energías renovables y con menor nivel de emisiones, sustituyendo las infraestructuras obsoletas actuales. En este sentido se han definido seis iniciativas esenciales: un plan de interconexión del Báltico para garantizar el acceso total de los países de la Unión situados en esta región, un anillo energético mediterráneo que permitirá desarrollar y compartir los recursos en energías renovables y las reservas de gas de África del Norte, interconexiones Norte-Sur adecuadas de gas y electricidad con Europa Central y Sudoriental, una red eléctrica en el Mar del Norte, un corredor de gas en el Sur y un suministro eficaz de gas natural licuado (GNL) para Europa.<sup>41</sup>

En el camino hacia el ahorro de energía y la implementación de redes inteligentes un factor de importancia para Europa son los edificios inteligentes, que además dotan de inteligencia a la vida cotidiana mejorando la calidad de vida. No solo se convertirán en instalaciones muy sofisticadas y ahorradoras de energía, capaces de controlar y gestionar la iluminación, climatización o seguridad, sino que además podrán producir energía y conectarse a la red de

---

<sup>40</sup> Fuente: La Unión europea pule su estrategia energética.

<http://www.eurogersinfo.com/espagne/actes1708.htm>

<sup>41</sup> Fuente: La Unión europea pule su estrategia energética.

<http://www.eurogersinfo.com/espagne/actes1708.htm>

distribución, a otros edificios vecinos o a los futuros vehículos eléctricos para comprarles o venderles energía según las necesidades del momento. En el ámbito del desarrollo de proyectos para edificios energéticamente eficientes la CE ha designado un presupuesto global de mil millones de euros. Dentro del 7º Programa Marco de la Unión Europea existen programas dirigidos a mejorar la eficiencia energética en edificios de todo tipo de espacios públicos, desde centros deportivos a centros comerciales, pero también para el desarrollo de barrios inteligentes, en especial en las viviendas sociales.

En este sentido, la CE está financiando el proyecto 3E-Houses en viviendas de protección oficial, en el que participa España a través de Gas Natural Unión Fenosa entre otros socios tecnológicos. Es un proyecto de demostración en cuatro países de la gestión eficiente en energía y reducción de la emisión de dióxido de carbono que se puede conseguir en el ámbito de la vivienda social. Son pisos en los que se introducirán sistemas inteligentes, con sensores, programadores de suministros y acceso gratuito a Internet para el control remoto del domicilio en tiempo real. El objetivo es disponer de información sobre los niveles de consumo y fomentar al usuario a que cambie sus patrones de consumo. En España, se llevará a cabo en la ciudad de Sant Cugat en Barcelona a través del promotor Promusa; en Alemania, se desarrollará en la ciudad de Leipzig. El próximo año se replicarán estos proyectos piloto en Bristol en Reino Unido, y en una ciudad búlgara. La principal dificultad con que se encuentra este proyecto es convencer a los usuarios de participar de la etapa piloto.<sup>42</sup>

Finalmente, la Comisión Europea presentó una estrategia para fomentar el desarrollo y uso a gran escala de vehículos limpios, disponiendo de 5.000 millones de euros para las inversiones necesarias. Algunos países como España, Francia, Alemania, Portugal y Dinamarca pretenden la implementación de vehículos eléctricos, pero otros como Reino Unido y República Checa están a favor de que haya diversidad de modelos como por ejemplo en base a gas o hidrógeno.

#### *Asia:*

El continente asiático no cuenta con programas integradores como en el caso de la Unión Europea, y además en lugar de fomentar la transformación de las ciudades actuales en ciudades inteligentes, propone la creación de nuevas ciudades, construidas totalmente bajo este nuevo concepto. Ya se han creado las ciudades de Ciberjaya y Putrajaya en Malasia, totalmente nuevas con objetivos determinados y utilizando los conceptos de conectividad y

---

<sup>42</sup> Fuente: European Commission [http://ec.europa.eu/information\\_society](http://ec.europa.eu/information_society)

comunicación de las ciudades inteligentes. Sin embargo, no se utilizan todas las aplicaciones que proponen las smart cities, es decir que estas ciudades no son completamente inteligentes. Ciberjaya y Putrajaya conforman la nueva capital administrativa de Malasia, y fueron creadas en 1997 con el objetivo de atraer el mayor número posible de multinacionales relacionadas a la tecnología de la información. Por lo tanto la conectividad y comunicación de la ciudad fueron diseñadas en función de esta necesidad, y no para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos. Para facilitar las comunicaciones y lograr el objetivo, las Torres Petronas de Kuala Lumpur, la ultramoderna torre de comunicaciones de esta capital, Cyberjaya, Putrajaya y el nuevo aeropuerto internacional están interconectados. Putrajaya combina centros de investigación y desarrollo con un parque de empresas tecnológicas concentradas en una zona de la ciudad, complementándose con Ciberjaya, que alberga los más importantes centros de enseñanza tecnológica de Asia. El objetivo fue logrado, si en 1997 el número de empresas instaladas en Ciberjaya eran 59, en la actualidad se elevan a 925, de las cuales 60 son compañías de renombre mundial como Microsoft, Siemens o Shell.

A pesar de la falta de objetivos comunes, es evidente la importancia que todos los países asiáticos están dando al desarrollo de redes eléctricas inteligentes. Japón, Corea del Sur y China están invirtiendo, este año, alrededor de 6.700 millones de euros en infraestructura y tecnología de la información para hacer de las redes de electricidad un sistema más eficiente, creando grandes oportunidades de negocio tanto para suministradores de tecnologías como para proveedores de equipos que se utilizan en este nicho de mercado. Con el desarrollo de las redes eléctricas inteligentes se beneficiarán las empresas que intervienen en todo el sistema de distribución de energía, desde los fabricantes de transformadores hasta los fabricantes e instaladores de contadores de electricidad, pasando por los proveedores de software y los fabricantes de baterías de almacenamiento.

China está llevando a cabo la construcción de redes eléctricas inteligentes de una manera más agresiva que cualquier otro país del mundo, motivo por el cual IBM, Cisco y Microsoft están invirtiendo en el mercado de redes inteligentes en este país. En los próximos 10 años, China por sí sola podría gastar más de 75.000 millones de euros en la mejora de su distribución de energía eléctrica.

Hasta el año 2030, Corea del Sur pretende gastar casi 18.000 millones de euros en redes eléctricas inteligentes para ayudar a cumplir su objetivo de reducción de emisiones de gases contaminantes a la atmósfera. Actualmente está construyendo la *smart grid* más grande del mundo en la isla de Jeju, en el

sur del país. Esta red eléctrica inteligente le va a servir como base de experimentación.

Por otro lado cabe destacar que chinos e indios de entre 14 y 27 años de edad son los usuarios más intensivos de tecnologías de la información del mundo. Esto supone una ventaja competitiva para las compañías de estos países dado que no es necesaria la capacitación que por ejemplo requiere Europa, donde el 30% de la población nunca ha utilizado internet.

#### *Estados Unidos:*

La planificación hacia la sustentabilidad y el cuidado del medio ambiente en Estados Unidos comenzó con la presidencia de Barack Obama, quien está definiendo nuevas estrategias en materia de desarrollo tecnológico y gestión energética.

Para una adecuada implementación de su estrategia de tecnología informática se ha reestructurado el gabinete gubernamental para que las TI logren un impacto horizontal en los Estados Unidos, creando tres nuevas figuras: un director de Informática (CIO), un director de Tecnología (CTO), y un encargado de seguridad informática. Ninguno de estos puestos existía en la estructura federal, y aún no se ha establecido claramente hasta dónde llegan los límites de cada uno.

Uno de los objetivos principales es recuperar la confianza ciudadana, para lo cual se propone convertir la administración pública federal en un ente que opere con total transparencia y de manera colaborativa y participativa con los ciudadanos. El sitio web [www.recovery.gov](http://www.recovery.gov) es el nuevo medio para observar cómo las dependencias, los estados y municipios gastan los recursos. A su vez el sitio [www.it.usaspending.gov](http://www.it.usaspending.gov) informa cómo se está gastando el presupuesto asignado a las TICs de 70 mil millones de dólares anuales por parte del gobierno federal.

En cuanto a la gestión energética, Obama considera como factor clave para la generación de empleos en el corto plazo y para alcanzar un sistema más eficiente en el largo plazo, la creación de una red eléctrica inteligente que se extienda a todo el país. Para este proyecto se cuenta con un presupuesto de 38 mil millones de dólares. En paralelo a este proyecto se invertirán 2.400 millones de dólares para lograr la implementación masiva de automóviles eléctricos en 2015. Este proyecto cuenta con el objetivo adicional de independizarse del petróleo extranjero para el funcionamiento de los automóviles, minimizando a su vez el impacto ambiental. Del monto total, 1.500 millones se destinarán al desarrollo y fabricación de baterías, 500 a los

fabricantes de componentes y 400 al desarrollo de infraestructuras necesarias como las estaciones de recarga y la capacitación de los técnicos. Además habrá estímulos fiscales para promocionar la compra de estos automóviles.

### 3.3 – LAS CIUDADES MÁS INTELIGENTES

La revista Forbes<sup>43</sup> publicó en diciembre de 2010 su ranking de las ciudades más inteligentes del mundo. Este ranking fue realizado por el experto en urbanismo global Joel Kotkin. Como criterios de análisis se tomó en consideración no solo la existencia de agendas ambientales y de desarrollo sustentable de las ciudades, sino además su infraestructura, habitabilidad y fundamentos económicos, que las transforma urbes prometedoras con gran capacidad de crecimiento. En base a estos conceptos, define que las ciudades inteligentes tienden a ser más pequeñas, compactas y eficientes. En este sentido quedan fuera del ranking mega-ciudades como Nueva York, Ciudad de México, Tokio o San Pablo, que padecen congestión congénita, precios inmobiliarios fuera de control y crecientes disparidades de ingresos.<sup>44</sup> En función de los criterios definidos, las diez ciudades más inteligentes del mundo resultan ser las siguientes:

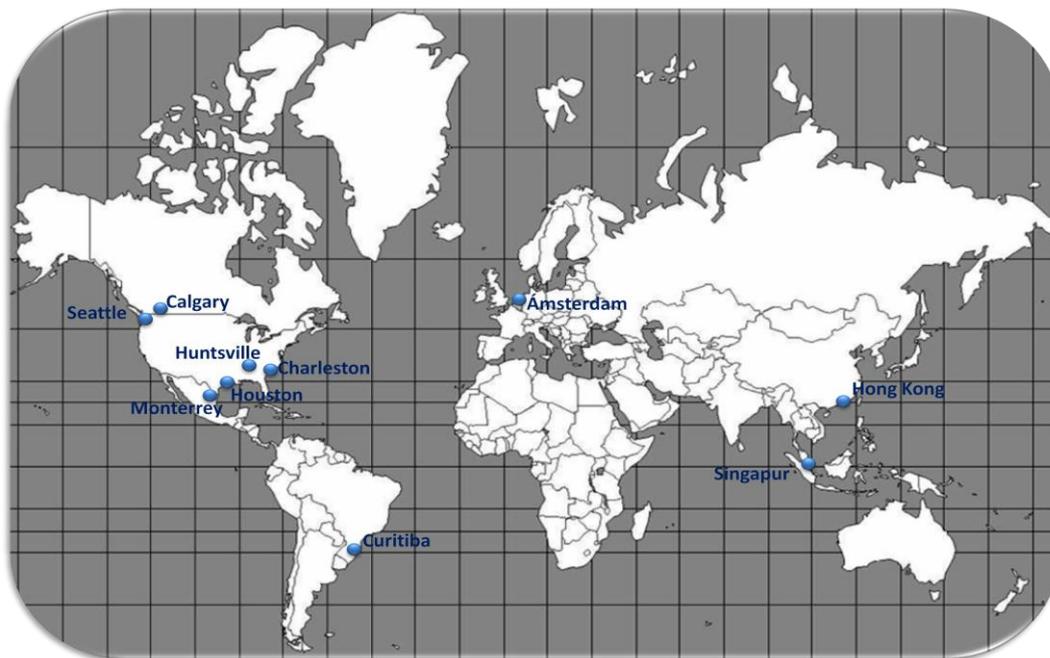


Figura 3. 1: Las ciudades más inteligentes según Forbes Magazine

<sup>43</sup> Forbes es una de las más reconocidas revistas especializadas en el mundo de los negocios y las finanzas. Fue fundada en 1917 y es publicada en Estados Unidos. Cada año esta revista publica listas de gran interés e impacto a nivel global. Sus competidores principales son las revistas Fortune y Business Week.

<sup>44</sup> Fuente: Revista Forbes versión digital: [http://www.forbes.com/2009/12/03/infrastructure-economy-urban-opinions-columnists-smart-cities-09-joel-kotkin\\_2.html](http://www.forbes.com/2009/12/03/infrastructure-economy-urban-opinions-columnists-smart-cities-09-joel-kotkin_2.html)

A continuación se presenta la justificación que da Joel Kotkin de esta selección, siguiendo el orden del ranking.<sup>45</sup>

**Singapur** ocupa el primer lugar en el ranking dada su evolución desde su independencia en 1965. En ese momento la situación de Singapur era similar a la de otras ciudades en desarrollo de la región, pero actualmente es una de las veinte economías más grande del mundo. Con una población de menos de 5 millones de habitantes, una de las mejores educadas de Asia, ha logrado un PBI per cápita superior al de la mayoría de países europeos y de la totalidad de los latinoamericanos. Estos logros se han alcanzado de modo autoritario, pero con una visión a largo plazo y de una manera que se considera inteligente dadas las inversiones estratégicas realizadas: actualmente cuenta con el quinto aeropuerto más grande de Asia, y el puerto de la ciudad es el depósito de contenedores más grande y el segundo más importante del mundo, después de Shanghai, en cuanto a volumen de carga. Todo esto ha aumentado el atractivo para las compañías extranjeras de Singapur, en donde existen actualmente más de 6.000 multinacionales, incluyendo 3.600 sedes regionales. Un estudio reciente realizado por la Corporación Financiera Internacional del Banco Mundial sitúa a Singapur en el primer puesto en cuanto a facilidad para hacer negocios. El gobierno se ha propuesto que toda la isla, de solo 692 kilómetros cuadrados, esté conectada a internet de banda ancha, alcanzando como mínimo al 90 por ciento de los hogares y las empresas. Esta conexión tendrá fuertes impactos sobre la educación y dotará de gran competitividad a la industria manufacturera y a la logística.

La segunda ciudad más inteligente según el ranking es **Hong Kong**, que además ha sido situada el año pasado por el Banco Mundial en el tercer puesto en cuanto a la facilidad para hacer negocios, en comparación con el puesto número 89 que ocupa el resto de China, principalmente debido a que los comunistas chinos ofrecen mayores libertades en Hong Kong que en la China continental. Esta ciudad cuenta con el tercer puerto de contenedores más grande del mundo, un excelente aeropuerto y una población empresarial altamente cualificada.

Pero no todas las ciudades “inteligentes” del mundo son gigantes comerciales como Hong Kong y Singapur. Entre ellas se incluyen también metrópolis bien dirigidas como la ciudad de **Curitiba**, que ocupa el tercer puesto del ranking. Esta ciudad del sur de Brasil, de 3,5 millones de habitantes, se considera

---

<sup>45</sup> Fuente: Artículo en [www.Forbes.com](http://www.forbes.com): The World's Smartest Cities. Joel Kotkin. 2009  
<http://www.forbes.com/2009/12/03/infrastructure-economy-urban-opinions-columnists-smart-cities-09-joel-kotkin.html>

innovadora desde todos los puntos de vista, desde por su tránsito rápido basado en el autobús, utilizado por alrededor de un 70% de los habitantes, hasta por su equilibrada y diversificada estrategia de desarrollo económico. Además la ciudad cuenta con un programa para construir centros de orientación, constituidos principalmente por bibliotecas electrónicas, para los residentes más pobres. Esto se ha convertido en un modelo de desarrollo de ciudades a nivel mundial y es una de las razones por las que Reader's Digest ha nombrado a la ciudad como el mejor lugar de Brasil para vivir.

Otra ciudad igual de inteligente de un país en vías de desarrollo es **Monterrey** en México, que se ha convertido en uno de los principales centros industriales y de ingeniería en las últimas décadas, obteniendo el cuarto puesto del ranking de Forbes. Esta ciudad de 3,5 millones de habitantes, se encuentra junto a la dinámica región fronteriza ente EE.UU. y México y cuenta con 57 parques industriales especializados en numerosos campos, desde químicos y cementos a telecomunicaciones y maquinaria industrial. En la última década, la zona ha crecido de forma constante a un ritmo superior al del resto de México o, en este aspecto, que al de Estados Unidos. Monterrey y su estado, Nueva León, cuentan con un PIB per cápita aproximadamente dos veces superior al del resto de México. Aunque se ha visto gravemente afectada por la actual recesión, Monterrey parece estar preparada para una eventual recuperación. Dominada por poderosas familias industriales, la zona ha sido durante mucho tiempo adecuada para los negocios. También se ha convertido en un centro de educación fundamental, con 125.000 estudiantes y más de 82 instituciones de educación superior, encabezadas por el Instituto Tecnológico de Monterrey, considerado por algunos el equivalente mexicano al MIT de Estados Unidos.

En el mundo industrial avanzado también se encuentran ciudades inteligentes. En el quinto puesto, **Ámsterdam**, capital comercial y financiera durante muchos años, acoge a siete de las 500 principales compañías del mundo, como Philips. Sus relativamente bajos impuestos de sociedades y sobre la renta atraen a individuos y compañías, una de las razones por las que en 2008 Holanda fue el mayor receptor europeo de inversiones provenientes de América. Entre las ventajas de Ámsterdam se incluyen su población multilingüe y con buena educación y la ausencia de corrupción política. Cuenta con una estratégica ubicación relativa a Europa, y próxima al puerto más importante del continente, Rotterdam. Su aeropuerto, Schiphol, es el tercero con más tráfico de Europa, y se encuentra a sólo 20 minutos del centro de Ámsterdam.

América del Norte también tiene ciudades inteligentes. **Seattle** cuenta con el puerto principal de EE.UU. más cercano al Pacífico asiático, lo que le ha permitido recibir el creciente comercio con Asia. Además, la proximidad de

Seattle con los amplios recursos de generación de energía hidráulica del estado de Washington garantiza el acceso a electricidad estable y económica. Asimismo, sirve de zona de paso de muchos de los productos industriales y agrícolas dirigidos a la exportación producidos tanto en el Pacífico Noroeste como en las amplias y ricas en recursos Grandes Llanuras del norte, unidas con la región mediante autopistas y ferrocarril de mercancías. Dado que la economía de América del Norte está pasando de la importación y el consumo a la exportación y la producción, el crecimiento de Seattle será un modelo para otras ciudades comerciales del oeste y el sur.

Por otro lado se encuentra **Houston**, cuyo éxito de largo plazo se basa en su estrecha relación con el Caribe, su dominante industria energética global, su próspera base industrial, el gran complejo del Texas Medical Center y su aeropuerto de primera línea. Siendo posiblemente la ciudad más próspera económicamente hablando de las grandes ciudades de Estados Unidos, Houston está invirtiendo también en un futuro ecológico; el pasado año fue el mayor comprador municipal de energía eólica de todo el país.

Otra ciudad inteligente preparada para una expansión industrial es **Charleston** en Carolina del Sur, que ha ampliado su puerto y base de fabricación conservando su centro histórico. Esta ciudad históricamente atrasada industrialmente, se está desarrollando como centro aeroespacial fundamental con una nueva planta de montaje del Boeing 787, que traerá 12.000 nuevos empleos a la región.

En Alabama, **Huntsville** cuenta desde hace tiempo con un centro inteligente en su economía, legado de su papel fundamental en el programa de misiles balísticos de la NASA. Actualmente, al énfasis tradicional de la zona en la industria aeroespacial se han unido proyectos en campos como la biotecnología. Kiplinger clasificó recientemente la economía de la zona como la número uno del país.

Con el posible aumento de precio de los productos en la próxima década, probablemente Canadá también contará con diversas ciudades prósperas. Quizá la mejor posicionada sea **Calgary** en Alberta. En las dos últimas décadas, la ciudad ha pasado a tener un 15% de sedes corporativas, el mayor porcentaje de oficinas centrales per cápita de Canadá. Aunque la caída del precio del petróleo del último año impactó fuertemente, el aumento de la demanda de productos de Asia podría ayudar a reactivar la economía de Alberta durante el próximo año.

En sus comunicados de prensa, todas estas ciudades hacen alarde de ser ecológicas y estar concientizadas en materia de medio ambiente. Pero también han demostrado su inteligencia de otras formas como por ejemplo explotando su situación y recursos para hacer negocios lógicos y tomar decisiones de desarrollo.

Entre estas ciudades resulta interesante analizar algunos casos particulares. Por un lado Singapur dada la variedad de aplicaciones que se han desarrollado y el alto nivel de inteligencia alcanzado. Los casos de Curitiba y Monterrey resultan interesantes dada su cercana realidad a la Argentina y al hecho de que sus logros no requirieron de inversiones revolucionarias como es el caso de Singapur. Por último se profundizará en Ámsterdam, que cuenta con uno de los sistemas de transporte más eficientes y limpios, además de importantes proyectos en materia de ahorro energético.



**Singapur** no solo ha crecido económicamente, pasando de ser un país en desarrollo a ser una de las veinte economías más grandes del mundo, y con importante desarrollo de infraestructuras de comercio. Además ha invertido en múltiples infraestructuras urbanas que mejoran la calidad de vida de los ciudadanos, con el menor impacto ambiental posible.

Posiblemente, uno de los aspectos más desarrollados en la actualidad en la ciudad de Singapur es el transporte urbano. Las modificaciones sobre el transporte público iniciaron hace veinte años, convirtiéndose en un sistema integrado de metro y buses. Una de las principales características de la ciudad que han facilitado el adecuado desarrollo del mismo es la dimensión física de la ciudad, de solo 700 km<sup>2</sup>. El proyecto consistió en una alta inversión a lo largo de un año en infraestructura de metro, paraderos especiales, vías exclusivas para buses, y un eficiente sistema de señalización para evitar que los tiempos se estacionen atrasando tiempos de recorrido.

El transporte público se compone de una línea de metro totalmente automatizada que actualmente alcanza los 50 kilómetros. Esta línea es a su vez la más larga, con más de 50 estaciones, y de mayor capacidad del mundo. No solo el funcionamiento es automático, sino también su control, obteniéndose mayor frecuencia y puntualidad. El gobierno está tomando las medidas necesarias para lograr que en 2020 la mayoría de los ciudadanos tengan una estación de metro a una media de cinco minutos caminando.

Con el objetivo de desalentar la utilización de automóviles en la ciudad, se ha instituido un estricto sistema de asignación de cuotas bajo el cual se debe obtener un certificado habilitante antes de proceder al registro del auto. Además la ciudad cuenta con un sistema de peaje electrónico, donde se debe pagar una cuota mayor en las horas pico, resultando más conveniente tomar otras rutas alternativas u optar por el transporte público. A fin de minimizar el impacto ambiental ocasionado por los automóviles, los centros de inspección vehicular realizan pruebas obligatorias a los vehículos de más de tres años sobre las emanaciones de gases contaminantes. Además se está fomentando, a través de incentivos fiscales, la utilización de vehículos eléctricos e híbridos.

Otro componente urbano y ambiental que ha sido adecuadamente abordado por el gobierno de Singapur es la gestión de residuos, con el Programa de Reciclaje Nacional y la iniciativa de concientización "Singapur Verde 2012". En esta ciudad la mitad es generada en industrias y comercios, y en estos casos el Estado no otorga ningún tipo de subsidio para la disposición final, de manera que las empresas se esfuerzan por reciclar y recuperar al máximo sus residuos. Para 2012 se espera reciclar dos tercios de los residuos generados, mientras el resto es incinerado en cuatro plantas que transforman los residuos en energía eléctrica, aportando al 3% del consumo total del país. El producto de la separación de los residuos se utiliza como relleno sanitario. El servicio de recolección también está privatizado, y las empresas cobran a los vecinos directamente la cuota correspondiente. Estas empresas se esfuerzan en una mejor separación de los residuos y su reciclaje para evitar su incineración dados los altos costos asociados. Consecuentemente las emisiones generadas en la incineración son significativamente menores así como la disposición final de residuos.

Una temática que ha cobrado gran importancia en Singapur es la energía. En este sentido se ha establecido el objetivo de mejorar un 35% la eficiencia energética para 2030 respecto de 2009, con el fin de disminuir la emisión de gases contaminantes a la atmósfera y de alcanzar mayor competitividad económica. Cabe destacar que entre 2000 y 2007 se ha mejorado la eficiencia de generación energética pasando de un 37% a un 44%. A fin de lograr los objetivos propuestos, Singapur está promoviendo además la cogeneración energética y la utilización de vehículos eléctricos, para lo cual se han designado 13.6 millones de dólares. Además invierte constantemente en investigación y desarrollo de alternativas renovables. Una característica diferencial de Singapur es su programa de diseminación de información lanzado en 2008, que pretende aumentar la toma de conciencia entre la población y las empresas en cuanto a la generación y consumo de energía.



Entre 1950 y 1990 las ciudades brasileñas sufrieron un intenso proceso de urbanización. **Curitiba**, la capital del estado de Paraná, presentó una de las mayores tasas de crecimiento anual debido principalmente al proceso de mecanización del campo en el interior del Estado.

Esto generó una gran liberación de mano de obra que migró de las zonas rurales a la ciudad en busca de mejores condiciones de vida y trabajo. La población pasó de 350.000 habitantes en 1960 a 1,7 millones en la actualidad, sumados a otros 3,1 millones que habitan en la zona metropolitana. Este fuerte crecimiento de la población afectó las áreas verdes y de manantiales, y aumentaron la demanda de infraestructuras y de generación de trabajo.

Bajo el efecto de este crecimiento, hasta 1971 Curitiba era una ciudad latinoamericana promedio, que sufría de problemas de congestión vial, contaminación del aire, hacinamiento residencial, condiciones de vida desiguales, y grandes cantidades de desperdicios. La resultante de esta situación fue una crisis ecológica y la disminución de la calidad de vida urbana. A diferencia de las demás ciudades latinoamericanas, Curitiba decidió aplicar soluciones creativas a estos problemas en un marco de desarrollo sustentable.

A partir de 1965, con la elaboración del Plan Preliminar de Urbanismo, la creación del *Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba*, y en 1966 la aprobación del Plan Regulador, el transporte, la circulación vial, el trabajo, la recreación, la promoción social y la vivienda pasaron a ser pensados dentro de una visión integrada de ciudad. Se realizó una fuerte reestructuración del sistema de transportes, pero además se tomaron una serie de medidas relacionadas al medio ambiente y áreas verdes.

La creación de una red de transporte público sustentable ha sido ampliamente reconocido como muy exitoso y eficiente. Esto se evidencia en que para 1991 un cuarto de los conductores había dejado su automóvil y que el 28% de los que tenían uno preferían no usarlo.

El nuevo sistema de transportes no es revolucionario por las tecnologías sino por su aplicación. Se basa en colectivos estándar con algunas modificaciones para incrementar su eficiencia. Entre estas modificaciones se encuentran las opciones de buses articuladas y biarticuladas, y una plataforma de abordaje elevada y cubierta que disminuye el tiempo de abordaje, y la eliminación de los boletos, confiando en que los usuarios satisfechos con el servicio, lo pagarán.

Estos autobuses viajan a lo largo de ejes estructurales, otra técnica de planeamiento urbano de la ciudad. Estos ejes, cinco en total se extienden desde el centro hacia la periferia. Los corredores estructurales son formados por un sistema trinario en la que una calle central con tres pistas, en el centro un doble carril exclusivo para ómnibus y dos vías adyacentes de tránsito lento; y dos calles externas en sentidos opuestos con características de tránsito de flujo continuo denominadas vas rápidas. Este sistema posibilitó la implantación de un sistema de transporte masivo adaptable a la densificación progresiva.



Figura 3. 2: Estación tubo para colectivos

Nuevos avances fueron incorporados al sistema como la implantación de nuevas líneas de ómnibus interbarrios que ofrecen trayectos con desplazamientos perimetrales permitiendo la integridad física y tarifaria a través de terminales de trasbordo. Así se inició la configuración de Red Integrada de Transporte que posibilitó la oferta de múltiples desplazamientos a costo único. En 1991 se implantaron las líneas directas destinadas a demandas puntuales, con embarque y desembarque a nivel utilizando estaciones tubo especialmente diseñadas. Esto permite el embarque al mismo nivel del colectivo, y el pago anticipado permite mayor rapidez al embarque y desembarque, resultando en el tiempo final de los desplazamientos. En 1992 se incorporaron al circuito ómnibus bi-articulados con capacidad para 270 pasajeros, utilizándose también las estaciones tubos como la de la figura 3.2. Actualmente diez municipios forman parte de la Red Integrada de Transporte, que hoy transporta dos millones de pasajeros por día, con una flota de 2.220 colectivos concesionadas a 28 empresas privadas. Esta red está esquematizada en la figura 3.3. El sistema implementado permite la operación sin subsidios, responsabilizándose el sector público por las inversiones en infraestructura básica y terminales de transporte.

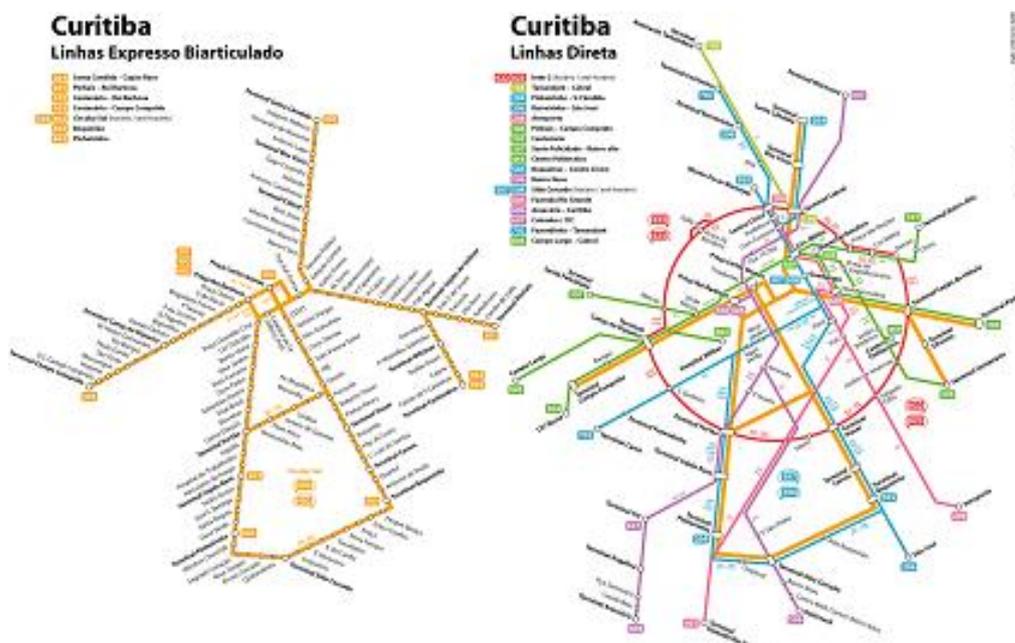


Figura 3. 3: Red de transporte público en Curitiba

El resultado de estas medidas ha sido la reducción de la congestión vial en el centro y un sistema de transporte colectivo altamente eficiente que transporta tres veces más de pasajeros y en menor tiempo que otros sistemas comparables.

Curitiba fue una de las ciudades que más tempranamente instauró una política ambiental. Miles de árboles fueron plantadas en las calles y el índice de áreas verdes ascendió a 55m<sup>2</sup> por habitante, cinco veces más de lo que recomienda la ONU. Para esto se realizaron acuerdos con colonias de inmigrantes a las que se les encargó el desarrollo de parques temáticos. Para abaratar los costos de la parquización de la ciudad, se acondicionaron áreas con vegetación existente y bosques públicos. Al momento en que las primeras parquizaciones fueron terminadas, la ciudad se encontró con un problema cultural de sus ciudadanos, que era previsible: el hurto de las plantas y flores públicas. Pero con trabajos de concientización estas características de la sociedad fueron rápidamente eliminadas y los ciudadanos renovaron su sentimiento de responsabilidad hacia la ciudad.

Adicionalmente a la creación de parques y a la revaloración del patrimonio histórico, se ejecutaron proyectos destinados a fomentar el desarrollo cultural, motivando a la conciencia y autoestima ciudadana. En este sentido se crearon edificios públicos culturales transmitiendo conceptos como ligereza, economía y transparencia. Un claro ejemplo de esto es la Ópera de Alambre, hecha de arcos de metal y policarbonato transparente.

Además de la arborización masiva, Curitiba inició el programa “Basura que no es basura” que consiste en la separación doméstica de residuos en dos categorías: orgánica e inorgánica para ser recogida por dos tipos diferentes de recolectores. Complementariamente se instauró el programa “Cambio verde” destinado a cambiar basura por alimentos o boletos de transporte para fomentar la recolección de basura en zonas donde no llegan los servicios de recolección. La basura va a una planta en la que los trabajadores separan las botellas de vidrio y los materiales plásticos, vendiendo los materiales reciclables a las industrias locales. En base a esta administración la ciudad recicla dos tercios de la basura que genera al mismo tiempo que emplea a quienes requieren un trabajo estable.



Figura 3. 4: Separación de residuos

Este desarrollo ambiental ha atraído la industria automotriz limpia, elevando el PBI per cápita a 9.600 dólares. Los parques y bosques urbanos convirtieron a Curitiba en la ciudad más verde del mundo, además, con el 96% de la basura de la ciudad recogida y reciclada, es la capital ecológica de Brasil, y probablemente de Latinoamérica. El 96% de la población y el 83% con la educación superior, además de 20 teatros, 74 museos y centros culturales, le permiten gozar de una vida cultural amplia y diversa.

Con el fin de optimizar la educación en la ciudad, la administración decidió mejorar las instalaciones educativas, construir grandes bibliotecas, colegios y universidades de alta calidad de educación. En lo que respecta a tecnologías, el gobierno municipal estableció lo que se conoce como el Tecnoparque Curitiba. El objetivo es atraer empresas de tecnología informática e investigación y desarrollo a instalarse en estas regiones específicas de la ciudad. Para esto se están otorgando incentivos fiscales y apoyo que están ayudando a construir un buen entorno empresarial.



Como se comentó previamente, **Monterrey** se ha definido como la cuarta ciudad más inteligente en función de su desarrollo industrial y su sistema educativo.

En cuanto a la industria, cabe destacar que ha evolucionado de una economía manufacturera a una basada en el conocimiento y los servicios.

En este sentido se está fomentando el desarrollo de la industria del software y de las TICs a través de una alianza entre universidades, empresas y el gobierno que busca el crecimiento económico e innovador, que mejore la calidad de vida de la población.

Los objetivos que el Consejo para el Desarrollo de la Industria del Software persigue consisten en apoyar y participar en la investigación y desarrollo científico y tecnológico, gestionar y administrar los apoyos económicos necesarios; y obtener fondos, subsidios, donativos, incentivos y promociones que puedan otorgar los distintos gobiernos y organismos públicos y privados, nacionales y extranjeros. Uno de los proyectos más importantes del Consejo es el desarrollo del capital humano en el área del software, para lo cual se impartirán distintos cursos de entrenamiento en TICs en el Instituto de Desarrollo de Talento.

Comprometidos con la promoción del desarrollo del país a través de la educación, los centros universitarios de Monterrey son reconocidos entre los más importantes del país y cuentan con prestigio internacional. Estos centros se caracterizan por su alta calidad, por su inversión en investigación y su continuo desarrollo y evolución. Un claro ejemplo es el caso del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey que fue la primera universidad de América Latina en conectarse a internet en el año 1989. El Tecnológico de Monterrey es uno de los institutos universitarios de más alto nivel de la región, que tomó como modelo al MIT, con la propuesta de alcanzar los más altos estándares internacionales. Actualmente esta universidad cuenta con programas virtuales y en línea. Los cursos en línea están diseñados para tomarse completamente vía Internet, por lo cual no hay necesidad de acudir presencialmente a un salón de clases a tomar los cursos. Estos cursos son fundamentalmente de autoestudio, y representan un alto grado de flexibilidad en cuanto al uso del tiempo, aunque las actividades tienen un plan semanal que se debe respetar. Así el alumno adquiere la habilidad de la administración efectiva del tiempo. por otro lado la educación virtual requiere de la asistencia semanalmente a un campus o sede a tomar los cursos.

Hoy en día, la Ciudad de Monterrey, en la búsqueda de ciudad del conocimiento, ha incursionado en la investigación científica, esto se reafirma con la recientemente inaugurada Unidad Monterrey del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, del Instituto Politécnico Nacional, el cual es considerado uno de los centros de alta investigación más importante de Iberoamérica y cúspide de la investigación mexicana.

Es destacable también la conectividad con que cuenta Monterrey. Tener acceso a internet de banda ancha de forma gratuita es un proyecto muy importante y de alto impacto para la sociedad, conocido como NL Digital. Con este proyecto, Nuevo León hospeda la red inalámbrica de acceso gratuito más grande en América Latina, con un área de cobertura actual de 120 hectáreas, presentada en la figura 3.5. Este proyecto es pionero en el país y da servicio a miles de usuarios. El proyecto está conformado por tres etapas. La primera, que entró en operación en 2005, es la red inalámbrica en la Macroplaza, que cuenta con cinco puntos de acceso, instalados estratégicamente para que la señal cubra la totalidad del área. Esta zona fue la primera en contar con internet inalámbrico de México. La segunda fase, también en operación, es el Parque Fundidora que cuenta actualmente con cinco puntos de acceso. Una tercera etapa será ofrecer el servicio en el Paseo Santa Lucía, conectando los tres espacios públicos. Cualquier persona que cuente con un equipo con tecnología inalámbrica (ya sea computadora portátil o de escritorio, agenda electrónica, entre otros) podrá conectarse a esta red.

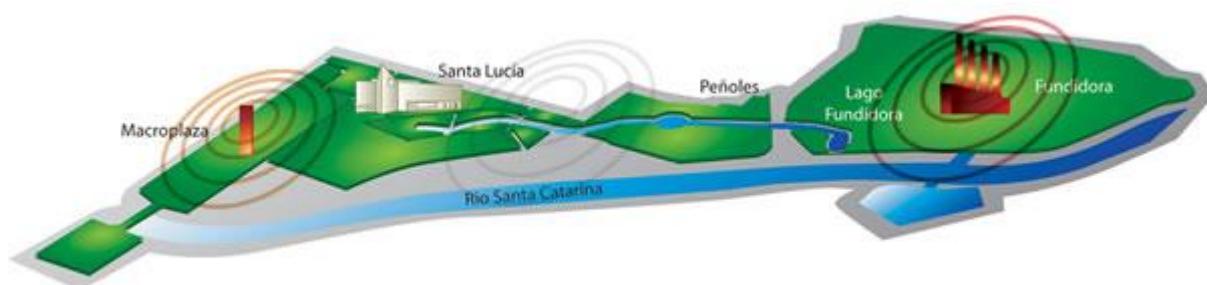


Figura 3. 5: Conectividad en Monterrey

Relacionado a la conectividad y los servicios vía internet, con el objetivo de transmitir transparencia, se destaca el programa de gobierno digital que permite a los ciudadanos realizar el pago electrónico y consultar censos, entre otras aplicaciones posibles.

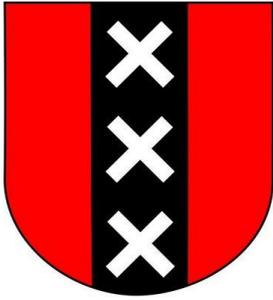
En cuanto a infraestructura de transporte se encuentra comunicada por autopistas con la frontera con los Estados Unidos, al Golfo de México y al resto del país. Cuenta con servicio de carga por ferrocarril hacia la ciudad y puerto de Tampico y otras zonas del país. Para el transporte urbano la ciudad cuenta con un sistema de dos líneas de metro, llamado Metrorrey, y cuenta con planes

de creación de 2 líneas más. Los autobuses son los encargados de transportar a la mayor cantidad de personas diariamente, gracias a la variedad de rutas que existen en la ciudad, que comunica al 97% de la ciudad. Es uno de los servicios más caros del país (tarifa preferencial: \$4.50 MXN, tarifa normal:\$8.00 MXN). Sin embargo, gran parte de la población utiliza su propio automóvil para desplazarse, haciendo así más problemático el traslado principalmente por las vías rápidas, y provocando grandes emisiones de gases contaminantes. Según estimaciones el parque vehicular de Monterrey es el segundo del país con más de 1.9 millones de vehículos, sólo por detrás del Distrito Federal. A ciertas horas del día el tránsito fluido es difícil en la mayoría de sus vías rápidas y avenidas.

Con el objetivo de revertir esta situación y de modernizar el transporte público, el gobierno está fomentando la utilización del transporte público a partir de la implementación de un sistema inteligente de prepago del transporte público de Nuevo León. Este servicio que será prestado por la empresa Enlaces Inteligentes, pretende agilizar el cobro de las tarifas de los colectivos a través de la utilización de tarjetas sin contacto llamadas Feria. Para asegurar el éxito de la propuesta se estableció el control satelital de las unidades de negocio en tiempo real, una amplia red de recarga, posibilidad de combinar con otros sistemas, cobertura en toda la ciudad y el área metropolitana y alta durabilidad de la tarjeta y su tecnología. Existen dos tipos de tarjetas: las preferentes para quienes acrediten ser estudiantes, adultos mayores o personas con discapacidad, y las ordinarias para los usuarios generales del transporte público. Esta propuesta presenta beneficios atractivos para el usuario dada su practicidad, rapidez de la transacción, economía al establecerse tarifas reducidas y evitar problemas de cambio, y seguridad al no requerir manejo de dinero en efectivo en ningún momento.



Figura 3. 6: Tarjeta inteligente Feria para el transporte público



**Ámsterdam** ocupa el quinto lugar en el ranking de Forbes. Esta ciudad cuenta con uno de los sistemas de transporte más inteligentes y limpios del mundo, y además está desarrollando importantes proyectos, principalmente relacionados a la gestión energética.

A comienzos de 2009, la ciudad de Ámsterdam emprendió una serie de iniciativas para llegar a ser una ciudad inteligente y ocupar el primer puesto en ahorro energético en toda Europa. El programa *Smart Grid - Intelligent City* reúne agentes locales e internacionales con el objetivo de que tanto lugares de trabajo como hogares evolucionen hacia un consumo energético más sostenible. La empresa gestora de la red de electricidad de Holanda Alliander, el organismo de desarrollo regional AIM y la empresa consultora Accenture forman parte de este proyecto que pretende reunir más de quince iniciativas piloto en dos años para lograr una reducción global de un 40% de las emisiones de dióxido de carbono con respecto a las registradas en 1990. La figura 3.7 muestra la evolución de los niveles de emisión de dióxido de carbono y el objetivo que se planteó al respecto la ciudad de Amsterdam con el proyecto "Amsterdam smart city".



Figura 3. 7: Niveles de emisión de dióxido de carbono

Para esto se seguirá un programa basado en la utilización de recursos renovables y en la compensación mediante proyectos ecológicos. Para cumplir con esta meta, una quinta parte de la energía consumida en la ciudad debe provenir de fuentes renovables. Actualmente, sólo un 5,7% de la energía que se consume en Ámsterdam es sostenible.

Según el estudio “Energía renovables, oportunidades en el horizonte” encargado por el municipio, es técnicamente posible conseguir que 240.000 hogares de los 380.000 existentes en Ámsterdam utilicen energías renovables en 2025.

El puerto de Ámsterdam es uno de los primeros sitios en que se implementó este proyecto en septiembre de 2009, donde se instalaron 73 bornes eléctricos para alimentar transbordadores comerciales y cruceros. Además 700 viviendas sociales serán equipadas con contadores inteligentes y sistemas de información destinados a controlar el consumo energético.

Las grandes empresas involucradas como Shell, el suministrador de electricidad Nuon y el grupo de empresas de aviación KLM, están dispuestas a compartir el esfuerzo que se requiere, así como los beneficios resultantes.

El programa energético se encuentra fuertemente relacionado al desarrollo de proyectos de infraestructura y de los sistemas de transporte. Las nuevas redes inteligentes que alimenten la ciudad estarán conectados a los sistemas domiciliarios, provistos de paneles solares que no solo abastecerán a cada domicilio en particular sino que además proveerá de energía a la red. El mismo papel ocuparán los autos eléctricos cuya utilización se está fomentando con el objetivo de disminuir la contaminación generada por los vehículos convencionales.

En la inclusión de las viviendas al sistema urbano inteligente que propone Ámsterdam, participarán distintas empresas locales e internacionales. En lo que respecta a los aspectos tecnológicos, Cisco desarrollará la red para conectar los aparatos domésticos a un sistema de gestión de la energía, e IBM creará la red dentro del hogar, incluyendo la conexión de la red doméstica a la web.

Con el objetivo de concientizar a la población en materia de consumo energético, se han organizado una serie de actos en el centro de la ciudad en los que se representará la rutina cotidiana en un hogar, exponiendo las alternativas más aconsejables para el ahorro de por ejemplo calefacción y electricidad. Entre estos actos se encuentran también una degustación de

productos ecológicos, un desfile de ropa reciclada y paseos en barcas alimentadas por paneles solares, todo ello para convencer al ciudadano de que es posible vivir bien y al mismo tiempo ser responsable en el consumo de energía.

Sumado a esto se ha publicado una guía para la vida cotidiana sostenible en la ciudad llamada *Good & Green*. Esta guía propone alternativas de viaje sustentable intercalando los distintos aspectos de la vida cotidiana como el supermercado, restaurantes y todo tipo de locales comerciales. Lo que asegura un alto grado de objetividad a esta guía es el hecho de su independencia al no haber sido ni subvencionada ni apoyada por ninguna marca comercial, ni contener publicidad.

Otra iniciativa del gobierno de Ámsterdam está relacionada al teletrabajo como factor de ciudad inteligente. En este sentido se intenta convencer a los residentes de trabajar desde sus casas evitando el traslado al centro de la ciudad. Ámsterdam trabaja con Cisco y otras empresas para crear centros de trabajo remotos de alta tecnología. Un ejemplo de esto es el centro de trabajo inteligente inaugurado en Almere, cuyos residentes se trasladan diariamente a Ámsterdam para trabajar. El centro está equipado con estaciones de trabajo informáticas conectadas con Internet de alta velocidad, sistemas de videoconferencia de alta definición y guarderías.

Uno de los aspectos más desarrollados de la ciudad es el sistema de transporte. Pocas personas en Ámsterdam deciden movilizarse con automóviles dada la amplia y eficiente oferta de transporte público sumadas a las facilidades para la movilidad en bicicleta.

Los tranvías, autobuses, autobuses del canal y la línea circular de tranvía, así como el metro, forman una completa red que permite alcanzar cualquier lugar sin necesidad de un auto. Los parkings en la ciudad son escasos y el acceso bastante difícil y por este motivo se aconseja utilizar el transporte público, o las bicicletas.



Figura 3. 8: Principales opciones para la movilidad en Ámsterdam

El principal medio de transporte en Ámsterdam es el tranvía. Compuesto por 17 líneas, el sistema conecta la estación central, situada frente al muelle, con los barrios del sur, este y oeste, que a su vez están intercomunicados. El sistema de autobuses comprende 30 líneas y alcanza los barrios más alejados y el norte de la ciudad. Los muchos canales de Ámsterdam constituyen otra red de comunicaciones muy útil para los transportes. Las barcas siguen tres rutas distintas y realizan paradas cerca de las mayores atracciones turísticas de la ciudad. Cuatro líneas de metro, una de tranvía veloz y una circular completan el variado sistema de transportes de la ciudad.

Todos estos medios de transporte pueden convertirse en uno solo con el billete único que ofrece un número ilimitado de viajes durante todo un día en la red de tranvías, autobuses, metro o autobuses del canal. Adicionalmente se está fomentando la utilización de una tarjeta inteligente sin contacto que otorga mayor velocidad y simpleza al proceso de pago. Existen tres tipos de tarjetas: la personal intransferible, la anónima que puede compartirse y la desechable.

### 3.4 – LAS NUEVAS SMART CITIES

Los dos principales proyectos relacionados a la creación de ciudades inteligentes en todos sus aspectos que se están llevando a cabo actualmente, son Santander en España y New Songdo en Corea del Sur.

En base a la experiencia de New Songdo, Corea del Sur y otros países de Asia pretenden crear más ciudades con estas características. Respecto de Europa, una propuesta dentro del Plan Estratégico de Tecnología Energética es la selección de 25 a 30 ciudades para convertirlas en inteligentes para 2020. La idea es equiparlas de redes eléctricas inteligentes, edificios sustentables y medios de transporte eficientes, y que sirvan de escenario para el testeo de sistemas y tecnologías que podrían expandirse al resto del continente.<sup>46</sup>

El proyecto **Smart Santander** es el único europeo que dispone de financiación, con un presupuesto total de 8,67 millones de euros. La financiación la ha logrado en base al 7° Programa Marco de la CE, que ha aprobado un total de cinco proyectos en el mundo en materia de investigación. Comenzará en septiembre 2010, las primeras aplicaciones prácticas iniciarán en junio 2011 y estará totalmente operativo para el 2013, luego de 36 meses de trabajo.

---

<sup>46</sup> Fuente: La Unión Europea quiere crear 30 'ciudades inteligentes' y liderar en desarrollo de energías limpias

<http://blogs.tudiscovery.com/descubre-el-verde/2009/09/la-union-europea-quiere-crear-30-ciudades-inteligentes-y-liderar-en-desarrollo-de-energias-limpias-.html>

Este proyecto está liderado por la Universidad de Cantabria, Telefónica y la empresa TTI Norte, y cuenta con la colaboración del Ayuntamiento y la Consejería de Industria. Participan además universidades de Alemania, Reino Unido, Dinamarca, Grecia y Australia, y empresas como Alcatel-Lucent y Ericson.

Apoyándose en las capacidades de red de Telefónica este proyecto convertirá al municipio de Santander en la primera ciudad inteligente de Europa. Se diseña, despliega y valida una plataforma constituida por un total de 20.000 dispositivos entre sensores, cámaras y terminales móviles entre otros, que construirán una “internet de las cosas” en la ciudad. Se transmitirá información útil sobre aspectos como climatología, movilidad, asistencia social y sanitaria, tráfico y servicios públicos, con el fin de mejorar la calidad de vida de los ciudadanos. Además, según el consejero de Industria español, permitirá que Santander y Cantabria sean pioneras en nuevas infraestructuras tecnológicas creando oportunidades en la región y así atrayendo a nuevos investigadores y empresas, mejorando el sistema regional de innovación.



Figura 3. 9: Localización de Santander



El proyecto de Corea del Sur Songdo, conforme a la estrategia regional, consiste en la construcción de una nueva ciudad, con todas las aplicaciones correspondientes a las *smart cities*.

Financiado por el gobierno surcoreano, la inversión total se estima en 30 billones de dólares. El proyecto inició en agosto de 2001 y finalizó su primera etapa en 2009, mientras que se proyecta que se encuentre finalizado para 2015.

Los socios del proyecto son el gobierno surcoreano junto con Gale International, Posco E/C y Cisco principalmente. Gale International es una empresa dedicada al desarrollo de entornos dinámicos para habitabilidad, trabajo y entretenimiento, y estará por lo tanto encargada del diseño y administración del proyecto. Posco E&C estará a cargo de la construcción y Cisco del diseño y desarrollo de las aplicaciones tecnológicas, permitiendo que la ciudad funcione en base a la información y la conectividad a Internet.

El modelo de ciudad que propone Gale International para Songdo es el de una ciudad sustentable, innovadora y compacta, y su diseño incluye la combinación de espacios residenciales, comerciales y un 40% de espacios verdes. El objetivo es ofrecer una calidad de vida excepcional para unas 300.000 personas, de las cuales 65.000 serán residentes. Por otro lado la ciudad ofrece un completo entorno para los negocios, con centros de convención y hoteles, representando una importante oportunidad para inversores y empresas internacionales que buscan establecerse estratégicamente en Asia. Es esperable que la ciudad se convierta rápidamente en el centro para los negocios del norte de Asia al estar situada entre China y Japón.





Figura 3. 10: Diseño urbano de Songdo

En cuanto a los sistemas públicos de la ciudad se destacan la Escuela Internacional de Songdo que ofrece educación de alta calidad para todas las edades, con profesores e investigadores de nivel internacional. Además cuenta con un hospital que ofrece altos niveles de calidad médica e investigación.

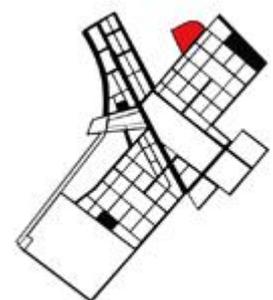


Figura 3. 11: Hospital de Songdo

En función de las redes de comunicación instaladas en toda la ciudad, New Songdo basará su funcionamiento en la información e Internet. Todos los sistemas estarán dotados de inteligencia incluyendo las infraestructuras de distribución de agua y energía, el tráfico, la telefonía entre otras aplicaciones.

En cuanto a la movilidad con que contará la ciudad se destacan la cercanía al aeropuerto internacional de Incheon, que permite rápido acceso a otros centros financieros de Asia. Un Puente de 7,6 millas conecta la ciudad con el aeropuerto en 15 minutos de viaje en automóvil o colectivos. Subterráneos y autopistas conectan a Songdo con Seúl, localizada a 35 millas de distancia. Además se extenderá la red de subterráneos de Incheon a lo largo de Songdo.



Figura 3. 12: Conexión con los alrededores

Respecto al transporte interno, el proyecto pretende minimizar los impactos sobre el medio ambiente disminuyendo la emisión de gases contaminantes de los automóviles. En base a esto, la ciudad está diseñada para emitir un tercio de los gases de efecto invernadero que cualquier otra ciudad del mismo tamaño. Por lo tanto se ha diseñado una red de colectivos y subterráneos que proveen acceso conveniente para los residentes y visitantes. Además la ciudad cuenta con senderos para peatones y bicicletas.<sup>47</sup>

<sup>47</sup> Fuente: <http://www.songdo.com/>  
<http://chartercities.org/blog/101/greg-lindsay-on-creating-cities-from-scratch>

### 3.5 – CONCLUSIONES GENERALES SOBRE SMART CITIES

#### *Principios sobre los que actúan las tecnologías:*

Como se ha presentado a lo largo de este estudio, el objetivo de las *smart cities* es afrontar el desafío del crecimiento urbano, mejorando la calidad de vida de los ciudadanos al mismo tiempo que se minimiza el impacto sobre el medio ambiente, asegurando así la sostenibilidad de la ciudad en el largo plazo. Dado que las condiciones que se presentan en cada ciudad son muy variables, en cada caso deberá comprenderse adecuadamente cuales son las principales problemáticas a superar a fin de lograr un aumento significativo de la calidad de vida urbana. Es por esto que no existe un diseño estandarizado para la transformación de las ciudades actuales en smart cities.

Sin embargo pueden definirse principios básicos a tener en cuenta en este diseño, por un lado en relación al funcionamiento del sistema urbano y por otro lado en relación a los factores que pueden ser medibles en cuanto a su impacto sobre la calidad de vida de los ciudadanos. Entre los principios básicos que caracterizan al sistema de una ciudad inteligente se pueden destacar los siguientes la interconexión de las partes del sistema, la disponibilidad de información sobre el estado del mismo, una toma de decisiones más eficiente y descentralizada, y la automatización del funcionamiento de las partes. Y por otro lado, en relación a los factores que afectan la calidad de vida y del ambiente natural, las premisas en que se basa una ciudad inteligente son la disminución del nivel de consumo de energía a través de la eficiencia y la concientización, reemplazar los combustibles fósiles por energías renovables, disminuir la congestión vehicular en la vía pública y la emisión de gases al ambiente, y facilitar la realización de procesos administrativos tanto públicos como privados.

Estos principios son el punto a partir del cual se definen los roles y aplicaciones de las tecnologías de la información y la comunicación. Las funciones a cumplir por las TICs y los tipos de tecnologías a utilizar variarán según el principio al que respondan. Así para la interconexión se utilizarán principalmente sensores que recogerán los datos sobre el estado del sistema y que estarán interconectados a través de internet. De esta manera será posible además acceder a esta información utilizando distintos dispositivos que actúen como terminales interactivos como por ejemplo los teléfonos celulares y sistemas GPS. En algunos casos, como en la gestión del tránsito en la vía pública o el consumo de energía en los hogares, la combinación de distintas tecnologías permitirá la automatización del funcionamiento del sistema en base a premisas como el ahorro de energía o la minimización de la congestión vehicular y de las emisiones de gases al ambiente.

*Modelos de gestión de sistemas complejos:*

Este desarrollo urbano, con una inclusión masiva de las tecnologías para la automatización del funcionamiento de los diferentes sistemas e infraestructuras que componen la ciudad, implica que el sistema urbano en su conjunto se convierta en uno más complejo.

En este sistema complejo múltiples agentes interactúan dinámicamente y con realimentación, de manera que el resultado del sistema será impredecible y posiblemente caótico. Estas relaciones son no lineales, de modo que pequeñas variaciones pueden generar cambios muy significativos sobre el sistema. Además las interacciones son generalmente de corto alcance, es decir que la información que genera un agente es recibida en primera instancia por sus vecinos. A través de encadenamientos entre los agentes la información se verá complementada o modificada, alcanzando a los demás componentes del sistema. Las respuestas de cada agente se basan en las condiciones de su entorno cercano. El comportamiento del sistema surge a partir de la auto organización de los componentes donde los de niveles jerárquicos inferiores tienen un grado importante de autonomía, y no requieren de control externo.

De esta manera los sistemas complejos son capaces no sólo de definirse a sí mismos en tiempo real para satisfacer los requisitos de los usuarios, sino que, en caso de presentarse problemas, son capaces de realizar el auto-diagnóstico y la auto-reparación de sus propias fallas y averías internas. Para ello, tales sistemas se están diseñando también con la capacidad para aprender nuevas funciones. De manera que las nuevas ciudades son adaptativas, a partir de la evolución individual de cada componente en función de las acciones pasadas y del *feedback* recibido en cada caso.

No se ha definido aun un modelo de gestión para las *smart cities*, dado que aún no se ha tomado clara conciencia del alcance que pueden tener en cuanto a complejidad, además de que no existe un modelo básico de ciudad inteligente. De todos modos una característica que definirá los futuros métodos de gestión urbanos sí se encuentra claramente definida: su descentralización con fuerte participación de los ciudadanos. En este sentido el Estado debe asegurarse de generar el espacio de participación ciudadana, pero, según Beck<sup>48</sup>, sin necesidad de redactar nuevas leyes, solo adaptando las existentes a la nueva realidad social y a las necesidades del momento que irán por supuesto evolucionando. Otro concepto característico de las ciudades inteligentes que

---

48 U. Beck: sociólogo alemán que estudia aspectos de la modernización, problemas ecológicos, individualización y globalización. Ha contribuido con nuevos conceptos a la Sociología alemana, incluyendo la llamada "sociedad del riesgo" y la "segunda modernidad", relacionados a los conceptos de sistemas complejos.

impacta en su gestión es el de distancia y proximidad, de modo de que se posibilite un adecuado acceso a los lugares principales de la ciudad con menores tiempos y costos de viaje.

A pesar de que no se ha definido un modelo de gestión, existen herramientas de dinámica de sistemas y simulación que permiten comprender el sistema y las interacciones entre los componentes, aumentando las posibilidades de predecir su comportamiento. Es posible que a partir de un mejor conocimiento de la ciudad se pueda evolucionar hacia un sistema adecuado de gestión.

Dentro del modelo de gestión de las smart cities se debe tener en cuenta la importancia de la necesidad de centros de cómputo de mayor capacidad para recibir y administrar los datos recogidos por las diversas tecnologías a fin de ofrecer información a los ciudadanos para una toma de decisiones más eficiente, y a los sistemas urbanos para su funcionamiento automatizado. No solo deben diseñarse estos centros de cómputos, sino que además debe definirse quién estará a cargo de su administración y control, asegurando un adecuado funcionamiento del mismo, así como la privacidad de los datos. Además será importante considerar las posibles consecuencias y acciones a seguir en caso de que el centro de cómputos falle. En este sentido, parecería conveniente que en lugar de contar con un gran centro de control, se diseñen distintos centros de menor capacidad, interconectados entre sí, de modo de descentralizar el control del funcionamiento de la ciudad evitando un posible colapso del sistema urbano en su conjunto.

#### *Implicancias sobre el sistema existente:*

Este nuevo sistema urbano no solo implica mayor complejización y por lo tanto la necesidad de diseñar nuevos modelos de gestión, sino que además impacta sobre los derechos y obligaciones de los distintos actores del sistema: gobierno, sector privado, ciudadanos, que por supuesto deberán ser considerados dentro del modelo de gestión.

Un factor principal que debe considerarse en este sentido es el balance entre la privacidad y las posibilidades de ser localizado en la red de tecnologías inteligentes, ya que el despliegue de cámaras y sensores a lo largo de toda la ciudad permitirá conocer los sitios donde haya estado cada persona. Por mucho que beneficie la tecnología, el anonimato de una persona y su opción de estar desconectado del sistema, es un derecho que deberá garantizarse para la aprobación por parte de los ciudadanos.



## IV - SITUACIÓN DE BUENOS AIRES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 – INTRODUCCION

Como se ha presentado inicialmente, el mundo está atravesando un fuerte período de urbanización, con tasas de crecimiento anual actuales del 2%, estimándose que para 2050 aproximadamente el 70% de la población global será urbana. En Argentina, con aproximadamente 40 millones de habitantes, la tendencia es similar. Sin embargo la mayor expansión urbana ha ocurrido en décadas anteriores<sup>49</sup>. Actualmente la tasa de crecimiento urbano es del 1,22% y el 92,4% de la población vive en las ciudades, estimándose para 2050 que este valor aumente al 96%. En la figura 4.1 puede observarse la evolución de la población urbana de Argentina.

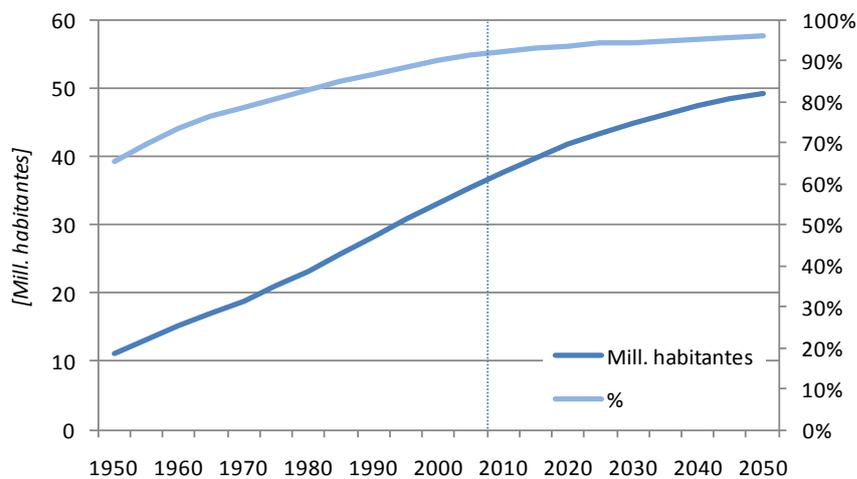


Figura 4. 1: Población urbana en Argentina

Además ocurre que existe una fuerte concentración de la población en pocas ciudades. El país cuenta con un total de 785 localidades, de las cuales 26 poseen más de 100,000 habitantes, 28 tienen entre 50,000 y 99,999 habitantes, 185 tienen entre 10,000 y 49,999 habitantes y 546 localidades tiene entre 2,000 y 9,999 habitantes.

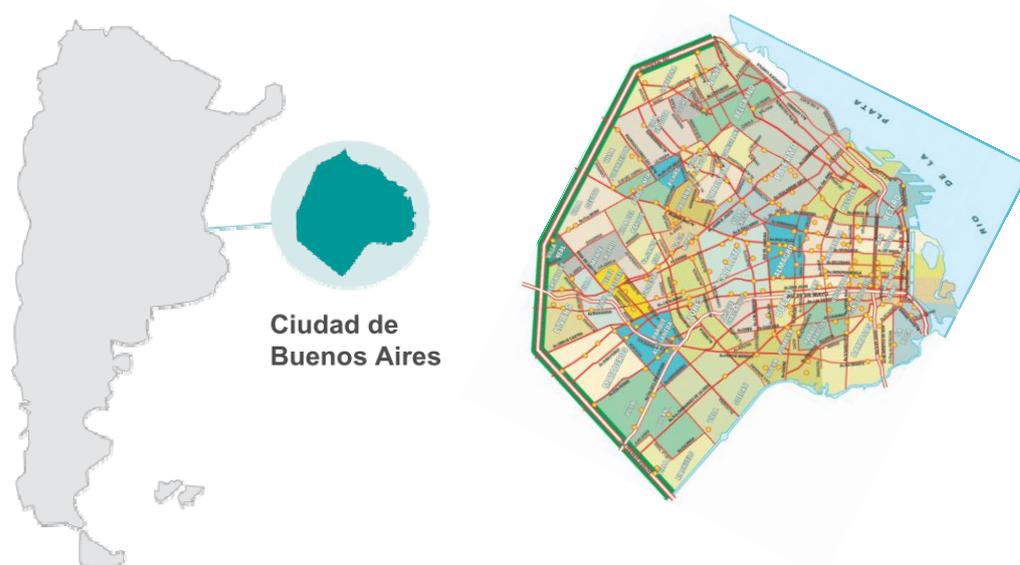
La capital y ciudad más importante del país es Buenos Aires, con una población de 2.970.950 habitantes, y de otros 11.298.030 habitantes en Gran Buenos Aires. La segunda ciudad más grande de Argentina es Córdoba con 1.267.774 habitantes. La siguen Rosario con 1.095.906 habitantes y Mendoza con 908.163 habitantes. Así la Ciudad Autónoma de Buenos Aires concentra el 7,43% de la población del país, cifra que se eleva a aproximadamente el 36%

<sup>49</sup> La tasa de crecimiento urbano anual fue entre 1950 y 1980 entre 2% y 3%.

Fuente: United Nations, Department of Economics and Social Affairs, Population division: World Population Prospects. The 2007 revision.

si se tiene en consideración el Gran Buenos Aires. A pesar de que pretenda estudiarse únicamente la situación de la Capital Federal, esto último debe ser considerado dado que gran parte de esta población se traslada cotidianamente a la Capital por motivos laborales.

De las ciudades mencionadas, Buenos Aires no es solo la que tiene mayor población del país, sino además es la segunda mayor urbe de Latinoamérica y una de las mayores veinte del mundo. La Ciudad Autónoma de Buenos Aires posee una superficie de 203 km<sup>2</sup>, siendo delimitada por el Río de la Plata y el Riachuelo hacia el este y el sur, respectivamente, y por la Avenida General Paz, que bordea la ciudad de norte a oeste. Su localización y límites se observan en la figura 4.2.



*Figura 4. 2: localización y límites de la Capital Federal*

El Poder Ejecutivo de la Ciudad está compuesto por el Jefe de Gobierno, que es elegido mediante el voto de los ciudadanos locales para ejercer el cargo durante cuatro años. El jefe de Gobierno de la Ciudad es Mauricio Macri desde el 10 de diciembre de 2007. El Poder Legislativo está formado por la Legislatura de la Ciudad de Buenos Aires, integrada por sesenta diputados. De acuerdo a la Ley 24.588, la Justicia de la ciudad sólo tiene jurisdicción en temas de vecindad, contravencional y de faltas, contencioso-administrativa y tributaria locales. Existe en Buenos Aires una forma de descentralización administrativa compuesta por los Centros de Gestión y Participación Comunal, donde cada comuna cuenta con su propio patrimonio y presupuesto, y es gobernada por una Junta Comunal. El Poder Judicial se encuentra conformado por el Tribunal Superior de Justicia, el Consejo de la Magistratura, el Ministerio Público y los diferentes Tribunales de la Ciudad. Sin embargo, su organización en términos de autonomía legislativa y judicial, es menor que la de cualquiera de las provincias que componen la República Argentina, dado que la Justicia

en asuntos de derecho común que se imparte en la ciudad está regida por el Poder Judicial de la Nación.

En cuanto a las fuerzas de seguridad, la Ley N° 24.588 indica que el gobierno porteño ejerce las funciones de seguridad en todas las materias no federales, las cuales son ejercidas por la Policía Federal Argentina. Para estas tareas fue creada en el mes de octubre de 2008 la Policía Metropolitana de Buenos Aires, que comenzó a ejercer sus funciones en febrero de 2010. La Policía Metropolitana comparte las funciones de policía de seguridad con la Policía Federal Argentina y en la zona portuaria con la Prefectura Naval Argentina.

La ciudad es sede central de muchas de las grandes empresas del país, siendo el principal sector económico el de servicios, que representa el 78% de su PBG en términos constantes, mucho mayor al 56% a nivel nacional. Las ramas más importantes son las de servicios inmobiliarios, informáticos, servicios profesionales, servicios a las empresas y de alquiler y los servicios de intermediación financiera. Uno de los sectores más dinámicos de los últimos años fue la construcción, aumentando la cantidad de permisos para construir un 44%. La influencia del sector en el PBG alcanzó los 7.480 millones de pesos en 2006. En cuanto a los servicios financieros, Buenos Aires genera el 70% del valor agregado de la Nación, concentra el 53% de los depósitos bancarios y el 60% de los préstamos al sector privado no financiero, que ascienden a 90.446 y 53.567 millones de pesos, respectivamente. Además, el 90% de las entidades financieras del país tienen su casa central en esta ciudad.

Se considera que la Ciudad Autónoma de Buenos Aires se encuentra bien posicionada en América Latina por diversas razones. Por un lado, según el diario inglés *The Economist*, es la primera ciudad en calidad de vida dentro de Latinoamérica; la London School of Economics la ubica entre las 42 ciudades más emprendedoras del mundo; tiene una tasa esperada de crecimiento del PBI al nivel de ciudades como Hong Kong (3 a 3,5% entre 2005 y 2020); su densidad poblacional está en el orden de París; y su desarrollo de infraestructura urbana es superior al de las demás ciudades sudamericanas.

A pesar de esto existen diversas problemáticas que afectan cotidianamente la calidad de vida urbana. Es por esto que se pretende analizar en este capítulo las posibilidades que ofrecen los conceptos de *smart cities* estudiados para resolver estas problemáticas, con el fin de mejorar la calidad de vida, la situación ambiental y la sustentabilidad a largo plazo. En una primera instancia, para una adecuada aplicación de soluciones es necesario comprender cuáles son los principales problemas que afectan a la vida urbana en Buenos Aires.

#### 4.2 – SITUACIÓN ACTUAL Y PROBLEMÁTICAS DE LA CIUDAD

La ciudad de Buenos Aires padece los mismos problemas que muchas de las grandes urbes del mundo. Entre ellos se destacan, por su mayor impacto sobre la calidad de vida urbana, el tránsito y ruido, la contaminación atmosférica, la isla de calor, las inundaciones, y los residuos. Estos temas se encuentran a su vez interrelacionados, dado que el tránsito genera emisiones de gases de efecto invernadero que producen la contaminación ambiental; esta última genera una isla de calor en la ciudad que sumada a la falta de espacios verdes, tiene efectos importantes sobre las características ambientales con impactos finales como inundaciones.



Figura 4. 3: Principales problemas de CABA

El principal problema que se presenta cotidianamente en la Ciudad de Buenos Aires es la congestión del tránsito, y las situaciones que de él se derivan como el aumento en los tiempos de viaje y los accidentes. Además, como se verá más adelante, tienen un fuerte impacto en la contaminación ambiental por sus emisiones de gases de efecto invernadero y el ruido que generan.

La Ciudad de Buenos Aires cuenta con un alto número de servicios de transporte urbano de pasajeros y una extensa red vial, que moviliza a millones de pasajeros diariamente. Sin embargo, el sistema se encuentra saturado y la congestión vehicular tiene cada vez mayor impacto sobre la calidad de vida de la población. Como se observa en la figura 4.4, los principales medios de transporte utilizados por los ciudadanos son el colectivo y el automóvil particular, dificultando la descongestión de la vía pública.

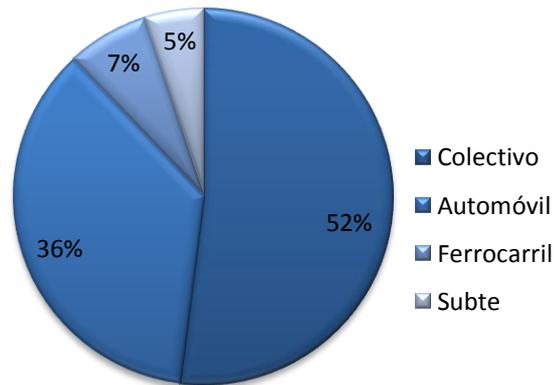


Figura 4. 4: Estructura modal del transporte en CABA<sup>50</sup>

El 52% de los viajes diarios realizados dentro de la capital se realiza en colectivo. Este servicio, de gestión privada cuya concesión otorga el Gobierno Nacional, cuenta con 143 líneas y 10.000 vehículos. Posee una amplia cobertura geográfica y altas frecuencias, pero no es eficiente dado que existe sobre oferta del servicio en determinadas áreas que generan congestión y contaminación innecesariamente. Entre otras características que dificultan la eficiencia del servicio se puede mencionar que el mismo no cuenta con integración tarifaria, y las paradas son cada 200 metros, afectando negativamente al tiempo de viaje. Además los vecinos rechazan la circulación de los colectivos por calles barriales debido a que son ruidosos, contaminantes y que circulan a elevadas velocidades y escasa precaución en el manejo.

Existe además una red de subterráneos que se desarrolla únicamente dentro de la Capital Federal, y que cuenta con seis líneas de las cuales cuatro son radiales en dirección hacia la zona céntrica de la ciudad, y dos son transversales. El sistema conformado de esta manera no ofrece amplia cobertura geográfica y tampoco es accesible a quienes se trasladan desde el Gran Buenos Aires debido a que las líneas no llegan a los límites de la Capital. Es por esto que tiene una baja penetración en el transporte público: solo el 5% de los viajes se realizan bajo este medio. A pesar de esto, en las horas pico el sistema se satura. En total el sistema cuenta con 350 coches que desplazan 1.400.000 pasajeros diariamente, una extensión de aproximadamente 50 kilómetros y 80 estaciones. Las líneas de subtes de la ciudad se presentan en la tabla 4.1 y la figura 4.5.

<sup>50</sup> Fuente: Iniciativas de aire limpio en ciudades de Latinoamérica. Ing. H. Blot. Subsecretario de Tránsito y Transporte. Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires.

Buenos Aires... ¿Inteligente?

Linea	Recorrido	Km
<b>A</b>	Plaza de Mayo - Carabobo	10,7
<b>B</b>	Leandro N. Alem - Los Incas	10,2
<b>C</b>	Constitución - Retiro	4,5
<b>D</b>	Catedral - Congreso de Tucumán	11,0
<b>E</b>	Bolívar - Plaza de los Virreyes	9,6
<b>H</b>	Once - Caseros	2,2

Tabla 4. 1: Líneas de subte Buenos Aires

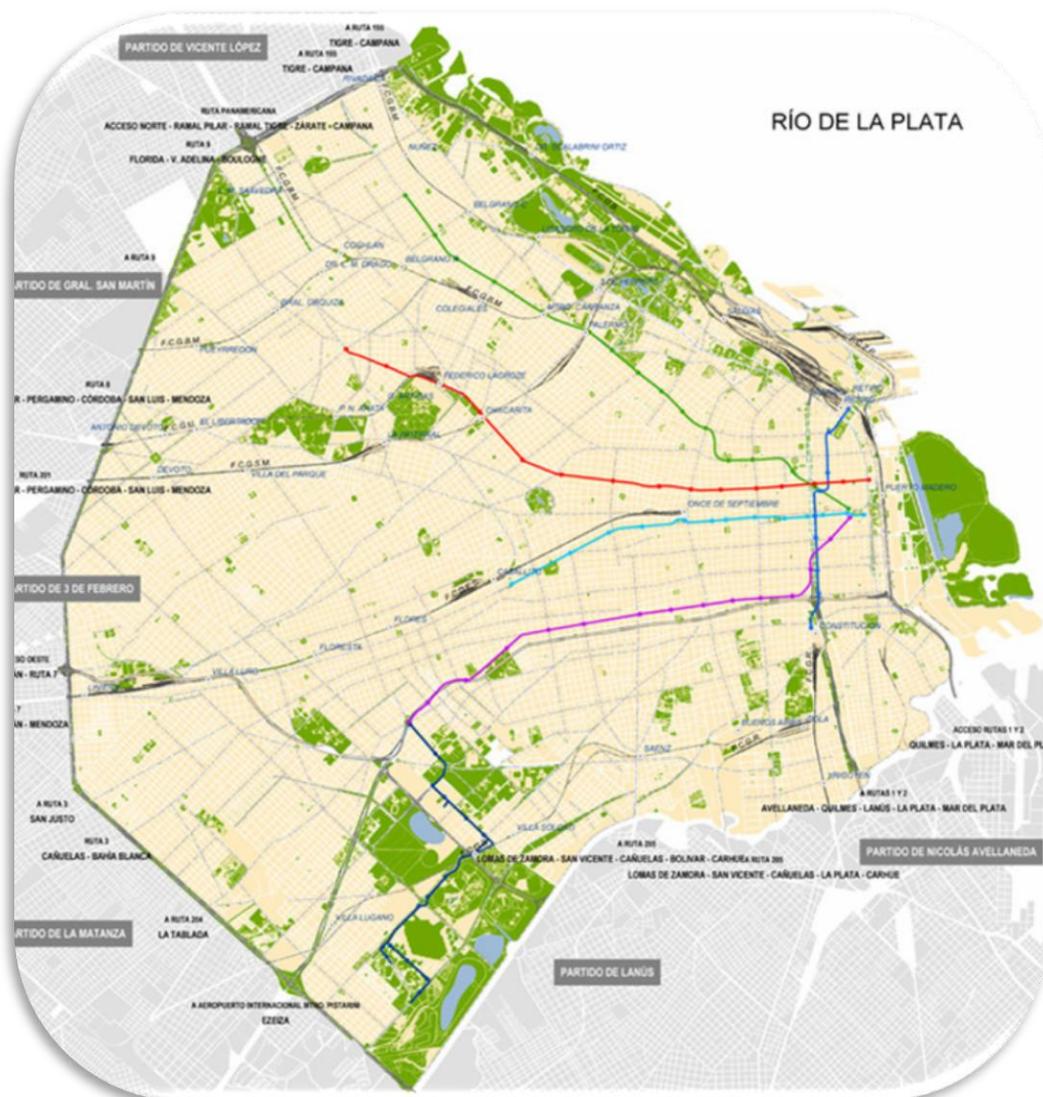


Figura 4. 5: Red de Subterráneos en CABA



urbanas, a la vez que se continuaba y profundizaba el histórico proceso de desinversión ferroviaria.

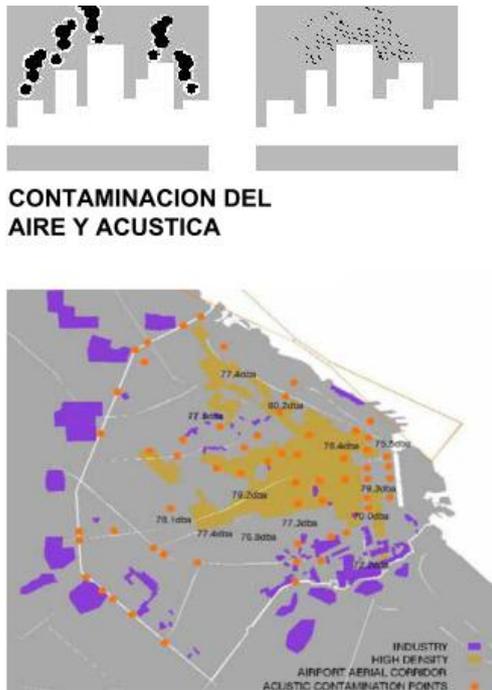
Por otro lado, ocurre que las pautas de ocupación residencial de las últimas décadas llevaron a Buenos Aires a convertirse en una metrópolis extensa y difusa, de muy bajas densidades. Con esta configuración, la red de transporte público, como se comentó previamente, no tiene posibilidades de prestación y alcance eficientes, pareciendo imposible lograr una disminución rápida de la desmesurada participación del automóvil particular.

Otros factores que influyen en la congestión son el inadecuado diseño y el bajo mantenimiento de la red vial; las conductas inapropiadas de automovilistas, colectiveros y taxistas; la falta de información en tiempo real para los usuarios sobre el estado de los servicios de transporte y de la red. Conjuntamente estos factores reducen la velocidad de circulación, alargando los tiempos de viaje.

Los taxis son un problema adicional a la congestión de la ciudad dado que existe sobreoferta del servicio (existen 38.500 licencias) y que, en busca de pasajeros, los vehículos circulan a bajas velocidades, provocando perturbaciones en el tránsito.

Ocurre además que en general el sistema de semáforos opera en función de planes predeterminados de distribución de tiempos que se ajustan a los días de la semana y a las franjas horarias, según las características de cada vía. Esta configuración estática no permite la gestión en tiempo real del tránsito vehicular.

Además de impactar en la calidad de vida de los ciudadanos, estas problemáticas implican altos costos para cada usuario y para la sociedad en general. En el caso del auto particular, se encuentran los costos propios del desplazamiento en tiempo y combustible, peajes y estacionamiento, y los del desgaste del vehículo. Entre los costos sociales se encuentran los tiempos perdidos en congestión, la contaminación atmosférica, visual y acústica, el aumento de la probabilidad de accidentes; con sus consecuencias sobre la productividad y la economía, la salud, la calidad de vida y el medio ambiente.



Se observa en la Ciudad de Buenos Aires (CABA) una intensa contaminación atmosférica, tanto del aire como acústica. En la figura 4.7 se observan las áreas de mayor densidad poblacional de CABA y los puntos donde se genera la contaminación acústica. Como se puede observar en la figura 4.8, los barrios de San Nicolás y Palermo son de los más afectados por los ruidos urbanos. Además en estos barrios se superan los límites admisibles de polvos en suspensión, de plomo y de óxido de nitrógeno.

Figura 4. 7: Contaminación del aire y acústica<sup>51</sup>

### Las esquinas más ruidosas

Datos de un estudio privado realizado en 2003.



### CONTAMINACION DEL AIRE

Mediciones promedio en el Distrito de Palermo (1994 – 1995) Mg/n  
Programa de descentralización SPU – CoPUA Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires

	Límites admisibles	Mediciones
<b>Polvo en suspensión</b>	<b>0,15</b>	<b>0,1723</b>
<b>Plomo (Pb)</b>	<b>0,001</b>	<b>0,00262</b>
<b>Dióxido de Sulfuro (SO<sub>2</sub>)</b>	<b>0,017</b>	<b>0,0084</b>
<b>Oxido de Nitrógeno (NO)</b>	<b>0,1</b>	<b>0,16</b>

Los valores medidos en otros puntos indican que la contaminación se extiende a toda la ciudad.

INQUIMAE Instituto Físico Químico de Materiales, medio Ambiente y Energía  
UBA / Universidad de Estocolmo (1994 / 1995)

Tabla 4. 2: Contaminación del aire<sup>53</sup>

Figura 4. 8: Las esquinas más ruidosas de CABA<sup>52</sup>

<sup>51</sup> Fuente: Presentación realizada en jornadas del Programa de Construcción Sustentable de la ciudad de Buenos Aires: Cubiertas verdes para Buenos Aires. 2009. Ing. J. Rautenstrauch

<sup>52</sup> Fuente: Nota Diario Clarín 2009

<sup>53</sup> Fuente: Presentación realizada en jornadas del Programa de Construcción Sustentable de la ciudad de Buenos Aires: Cubiertas verdes para Buenos Aires. 2009. Ing. J. Rautenstrauch

Conforme al compromiso obtenido mediante el Protocolo de Kyoto, la Argentina realiza periódicamente inventarios nacionales de las emisiones de origen humano, en los cuales se identifican las actividades generadoras de estas emisiones. Esto no solo permite comprender la situación sino que además es la base para la definición e implementación de medidas de mitigación.

El último inventario estudia las emisiones ocurridas entre los años 2000 y 2008, y fue realizado por la Agencia de Protección Ambiental del Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. El estudio consideró las principales fuentes emisoras de gases separando según sean generados por la comunidad o por áreas gubernamentales. Los resultados obtenidos, presentados en la tabla 4.2, demuestran que el consumo de energía, tanto eléctrica como de gas, por parte de la comunidad generó el 61% de las emisiones, siendo el 35% residencial. Otro 29% fue generado por el transporte, público y privado. En cuanto a la generación por parte de la administración pública, los edificios son responsables del 74% de las emisiones.

Comunidad		Administración pública	
Consumo de energía	61 %	Edificios	74 %
Residencial	35 %		
Comercial	20 %		
Industrial	6 %		
Transporte	29 %	Alumbrado	16.3 %
Residuos	10 %	Residuos	8.6 %
		Flota de vehículos	1.10 %
<b>Total del año 2000: 13.010.035 TN CO<sub>2</sub></b>			

Tabla 4. 3: Inventario de GEI en CABA<sup>54</sup>

En la figura 4.9 se presentan las emisiones de dióxido de carbono equivalente por cada sector, considerando conjuntamente las emisiones comunales con las gubernamentales. Las principales fuentes de emisión de GEI son el consumo de energía y el transporte, acumulando en 2008 aproximadamente el 90% de las emisiones con 14 millones de toneladas de dióxido de carbono equivalentes.

<sup>54</sup> Fuente: Buenos Aires 2030. Plan de acción contra el cambio climático. Cap 3.

[http://www.buenosaires.gov.ar/areas/med\\_ambiente/apra/des\\_sust/pacc.php?menu\\_id=32408](http://www.buenosaires.gov.ar/areas/med_ambiente/apra/des_sust/pacc.php?menu_id=32408)

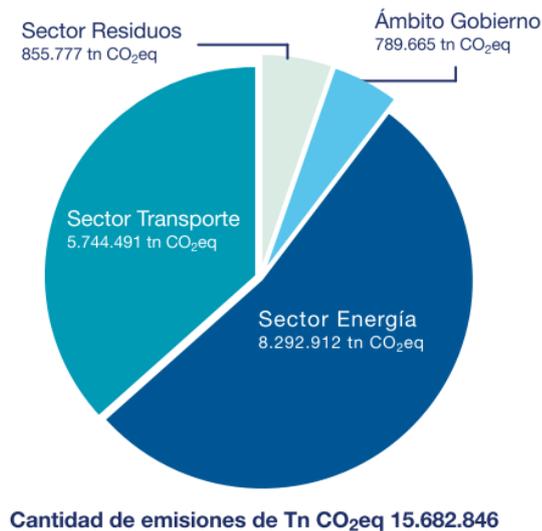


Figura 4. 9: Emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente en 2008 en CABA<sup>55</sup>

Por otro lado se analizó la evolución de las emisiones de dióxido de carbono equivalentes, evidenciándose una tendencia creciente. Se observa una disminución de las emisiones entre los años 2002 y 2003 del 8% debida al impacto de la crisis económica ocurrida en 2001 sobre el consumo energético a nivel comercial, industrial y residencial. Luego del 2003, con la recuperación económica de la ciudad, las emisiones volvieron a aumentar, alcanzando un 12,5% más en 2008 respecto de 2005. Se verifica además que en los últimos cinco años la demanda de energía creció un 20% sin que se registrara un aumento de la población. Las proyecciones realizadas sobre la emisión de GEI, presentadas en el gráfico 3, demuestran que permanecerá una tendencia creciente si no se toman las medidas adecuadas para revertir la situación. La evolución y la proyección de las emisiones de dióxido de carbono se presentan en las figuras 4.10 y 4.11.

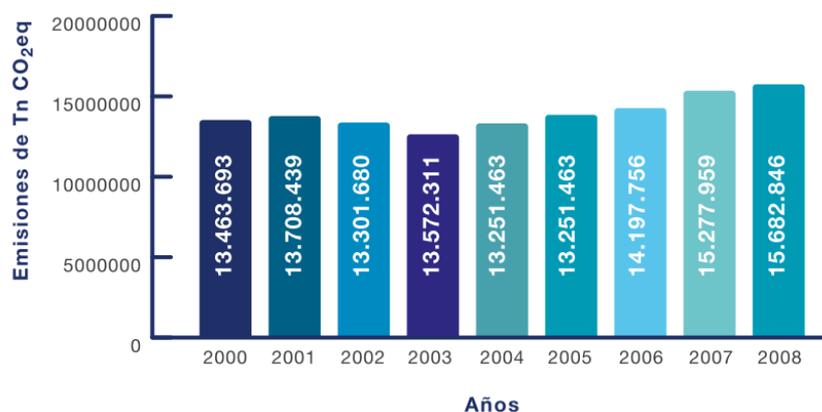


Figura 4. 10: Emisiones de dióxido de carbono equivalentes en 2008 en CABA

<sup>55</sup> Fuente: Buenos Aires 2030. Plan de acción contra el cambio climático. Cap 3.

[http://www.buenosaires.gov.ar/areas/med\\_ambiente/apra/des\\_sust/pacc.php?menu\\_id=32408](http://www.buenosaires.gov.ar/areas/med_ambiente/apra/des_sust/pacc.php?menu_id=32408)

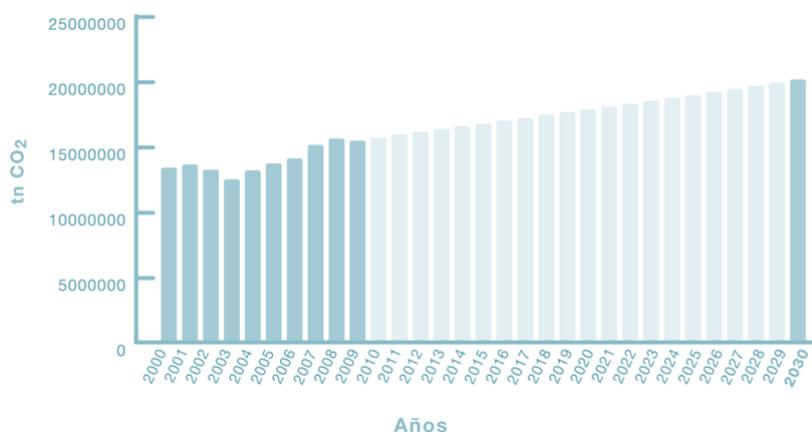


Figura 4. 11: Proyección emisión de CO2 en CABA<sup>56</sup>

Las proyecciones realizadas a 2030, estiman que la demanda de energía eléctrica aumentará un 40,5% respecto de 2008, mientras que la demanda de gas disminuirá un 1,9%. Por otro lado, se estima que el consumo de energía y los kilómetros recorridos por el transporte público se verán incrementados un 10,2% en el mismo período, al tiempo que habrá un 28,7% más de automóviles privados. Además habrá un 30,1% de residuos sólidos urbanos generados en la ciudad.

Evaluando en función del nivel de emisiones de GEI, se estima que en promedio las emisiones de la ciudad aumentarán un 27,3%. En la comunidad las emisiones debidas al consumo de energía aumentarán un 25,3% (40,5% en energía eléctrica y -1,9% en gas), las originadas en transporte verificarán un aumento del 24,3% (25,8% en transporte privado y 9,1% en público), y por último las emisiones originadas en residuos tendrán el mayor incremento con un 59,9%. En el sector gubernamental, las emisiones originadas tanto en consumo de energía eléctrica, en edificios, alumbrado y suministro de agua aumentarán un 40,5%.

Respecto de la generación de residuos, cabe destacar que la Ciudad de Buenos Aires envía cada día 5.000 toneladas de basura a los rellenos del Conurbano Bonaerense, solo reciclando el 9% de los residuos generados<sup>57</sup>. Estos rellenos constituyen una fuente de contaminación del suelo, el agua y el aire que ya está enfermando a miles de personas. De esta manera la ciudad es el mayor generador de contaminación del Conurbano. En función de los volúmenes de residuos que genera Buenos Aires, los niveles de contaminación asociados y las necesidades de espacio que se requiere para su disposición,

<sup>56</sup> Fuente: Buenos Aires 2030. Plan de acción contra el cambio climático. Cap 4: Escenario 2030 [http://www.buenosaires.gov.ar/areas/med\\_ambiente/apra/des\\_sust/pacc.php?menu\\_id=32408](http://www.buenosaires.gov.ar/areas/med_ambiente/apra/des_sust/pacc.php?menu_id=32408)

<sup>57</sup> Fuente: Diario La Nación. 18 de julio 2010.

se considera una tarea prioritaria el tratamiento y reciclaje de residuos sólidos urbanos.



ISLA DE CALOR

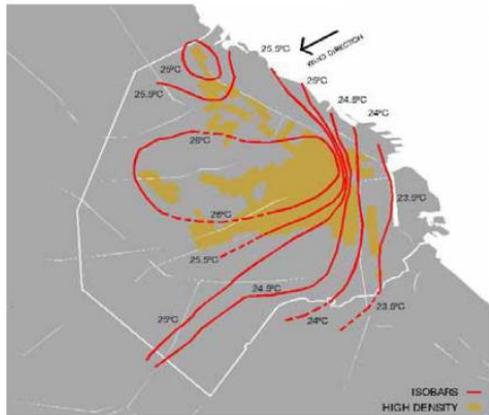


Figura 4. 12: Isla de calor<sup>58</sup>

Las emisiones mencionadas generan el efecto invernadero produciendo el cambio climático. Uno de los impactos ambientales relacionados es el aumento de la temperatura, que además se ve potenciado en las áreas de mayor densidad poblacional debido al tránsito vehicular y a las emisiones de calor de los edificios, como puede observarse en la figura 4.12. De esta manera se genera una isla de calor en la ciudad. En la figura 4.13 se representa el aumento de temperaturas debido al impacto de la urbanización y la densidad poblacional.

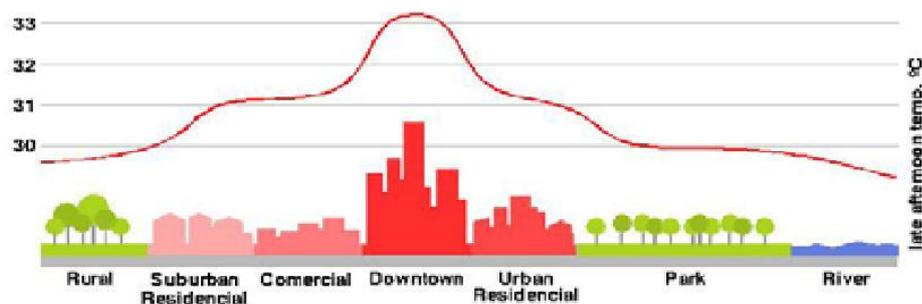


Figura 4. 13: Temperaturas medias según ambiente y densidad

Por otro lado, como se observa en la figura 4.14, se verifica en Buenos Aires una significativa escasez de áreas verdes, con tan solo 4,3 m<sup>2</sup>/habitante, mientras que Curitiba, la tercer ciudad más inteligente del mundo según el ranking de Forbes, cuenta con 18 m<sup>2</sup>/habitante. Esta situación impacta por un lado en el aumento de las temperaturas, y por otro en la generación de inundaciones, dado que el agua caída por las precipitaciones no puede ser absorbida naturalmente. Esto se suma a otro impacto del cambio climático en la ciudad: el aumento de las lluvias torrenciales.

<sup>58</sup> Fuente: Presentación realizada en jornadas del Programa de Construcción Sustentable de la ciudad de Buenos Aires: Cubiertas verdes para Buenos Aires. 2009. Ing. J. Rautenstrauch

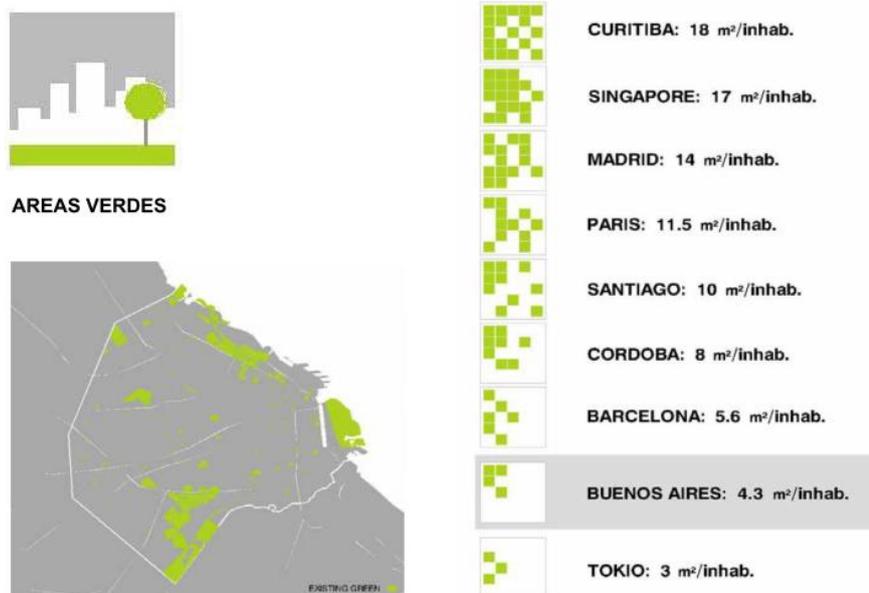


Figura 4. 14: Áreas verdes en las principales ciudades del mundo<sup>59</sup>



**INUNDACIONES**

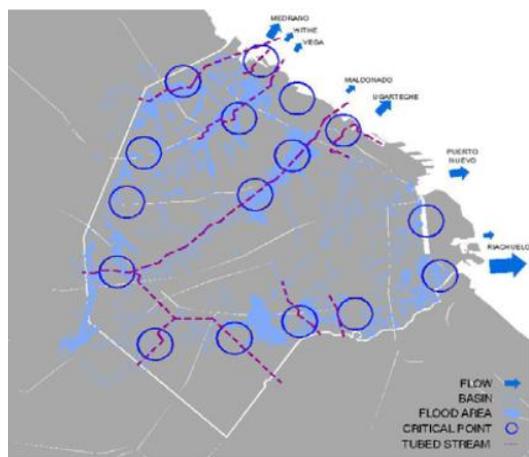


Figura 4. 15: Inundaciones en CABA

Bajo las circunstancias planteadas de cambio climático y falta de espacios verdes, sumados a la falta de inversión en infraestructura y al hecho de que muchos vecinos disponen los residuos para su recolección fuera del horario correspondiente, ocurre que Buenos Aires se inunda cada vez que caen más 30 mm de lluvia en media hora. La ciudad colapsa y miles de vehículos quedan imposibilitados de seguir su camino, cientos quedan flotando, las cámaras transformadoras de corriente eléctrica quedan anuladas, dejando a los vecinos sin electricidad. En definitiva, la ciudad se paraliza, afectando las actividades económicas y la calidad de vida.<sup>60</sup>

La figura 4.15 muestra en celeste las áreas de inundación frecuente de la ciudad, y en círculos azules los puntos más críticos. El problema hidráulico genera consecuencias e impactos directos e indirectos, que se resumen en la

<sup>59</sup> <sup>59</sup> Fuente: Presentación realizada en jornadas del Programa de Construcción Sustentable de la ciudad de Buenos Aires: Construcción Sustentable y la ciudad de Buenos Aires. 2009.

<sup>60</sup> Fuente: artículo: las inundaciones en la ciudad de Buenos aires. Arq. O. Echevarría.  
<http://www.porlareserva.org.ar/InfolnundacionesCABA.htm>

figura 4.16. Los directos tienen relación con una parte importante de la población de la ciudad de Buenos Aires que se inunda, y pueden llegar a impactar hasta en el 25% de la población. Pero también son muy importantes las consecuencias de las externalidades negativas que afectan en forma indirecta a Buenos Aires, ya que estas llegan a la totalidad de la población, afectando a los transportes y a las actividades económica, productiva, social y educativa.

La población afectada es significativa y extensiva alcanzando a un 25% del área de la Ciudad para un evento de 100 años de recurrencia. Aproximadamente un 70% de la afectación se concentra en las cuencas de los Arroyos Maldonado, Vega y Medrano.

Desde el punto de vista social es muy significativo el alcance que tienen las inundaciones en el Sur de la Ciudad en donde la población residente afectada oscila entre 350.000 y 1.000.000 de habitantes, para un evento de 2 y 100 años de recurrencia respectivamente.



Figura 4. 16: Impactos sobre la ciudad

Además de las situaciones problemáticas planteadas, debe considerarse la infraestructura de servicios con que cuenta la ciudad. En este sentido cabe destacar que los habitantes de Buenos Aires cuentan con un elevado acceso a los servicios públicos: el 99,9% cuenta con agua de red, la misma cantidad cuenta con electricidad de red, el 92,8% cuenta con gas de red, el 99,6% con alumbrado público, el 99,3% con recolección de residuos y el 89,7% de los hogares cuenta con telefonía. Estas cifras disminuyen para la población residente en villas, si bien la totalidad de sus habitantes recibe agua corriente

(incluyendo la canilla pública), el 99,5% dispone de energía eléctrica, el 93,1% de alumbrado público, el 87,8 de recolección de residuos y sólo el 1,3% de gas corriente.

A pesar de esto, se verifican fuertes deficiencias en la infraestructura urbana, que impactan negativamente sobre la productividad de la inversión y actúan como freno al crecimiento económico, además de afectar la calidad de vida urbana, y además contribuyen a profundizar las diferencias de oportunidades entre los distintos grupos sociales.

El país en general enfrenta desafíos significativos en el sector de abastecimiento de agua potable y saneamiento: calidad deficiente de los servicios, altos niveles de contaminación de las fuentes y los cuerpos receptores, reducida recuperación de costos, y definición deficiente de la asignación de responsabilidades entre las instituciones del sector. El caso particular de Buenos Aires, bajo la concesión de la empresa Aguas Argentinas, evidencia estas situaciones. Este contrato fue rescindido en 2006 pero aún pueden percibirse sus consecuencias y existe un caso pendiente ante el Centro Internacional de Arreglo de Diferencias Relativas a Inversiones debido al incumplimiento de las obligaciones previstas en el contrato en cuanto a cobertura y calidad. Según el gobierno, el agua distribuida contenía altos niveles de nitrato y el concesionario no cumplió ni con las normas de presión ni con la construcción de centrales de abastecimiento de agua. Por otra parte, existe la opinión de que la congelación de tarifas durante la devaluación de la moneda redujo de manera evidente el valor real de ventas dificultando alcanzar las metas originales.

El sector de energía eléctrica fue privatizado y desregulado en 1992, quedando divididos en mercados independientes los procesos de generación, transmisión y distribución. Las distintas operaciones son administradas y controladas por un ente central. Los generadores son los operadores de centrales hidráulicas, térmicas y nucleares, sobredimensionadas para satisfacer los requerimientos de hora pico. Esto se contradice con los principios de las redes eléctricas inteligentes en que la generación es a escalas menores y distribuida, favoreciendo la eficiencia del sistema y a un menor nivel de contaminación.

Por otro lado, en la red de distribución solo existen sistemas de comunicaciones parciales. Esto quiere decir que los clientes reciben información de su consumo bimestralmente a través de las facturas, sin conocimiento del consumo diario que les permita gestionar racionalmente su uso de energía. A su vez, la empresa de distribución no tiene información

constante del consumo de la red, esta información la obtiene mediante mediciones analógicas en los puntos de consumo.

Entre otras características negativas del sistema actual se destaca su comportamiento reactivo ante fallas y apagones; existe un precio único establecido; es escasa la cantidad de sensores automáticos colocados en la línea para conocer y gestionar su estado; es posible solo un control limitado de sobrecargas en la red; la conexión y desconexión es manual.

El sistema público de salud de la ciudad brinda cobertura al 21,9% de la población, en base a una encuesta realizada por el gobierno porteño. La Ciudad de Buenos Aires cuenta con 34 establecimientos hospitalarios con atención totalmente gratuita, que funcionan dentro del sistema de salud estatal. El 90% de las consultas realizadas en el sistema público de salud son realizadas en alguno de esos establecimientos. De las consultas realizadas en los hospitales un 55,6% corresponde a la población residente en la ciudad, mientras que un 41,2% corresponde a residentes de la Provincia de Buenos Aires y un 3,2% a residentes de otras localidades.

Este sistema de atención primaria está constituido por los *Centros de Salud*, los *Centros Médicos Barriales* y los *Médicos de Cabecera*. Los Centros de Salud están integrados, entre otros, por médicos clínicos, pediatras, psicólogos y asistentes sociales, ya que su función no sólo es la atención, sino también la ejecución de los diferentes programas de prevención. Los Centros Médicos Barriales cumplen la misma función de prevención y atención, pero esta atención y entrega de medicamentos gratuitos está orientada a los sectores considerados de riesgo. Los Médicos de Cabecera es otro sistema de descentralización, donde los médicos de los hospitales brindan atención y entrega de medicamentos gratuita en sus consultorios particulares. La ciudad cuenta además con una gran cantidad de clínicas y consultorios privados que operan ya sea casos de consultas particulares o través de medicina prepaga.

A pesar del alcance y la calidad de los profesionales, la realidad es que los centros de salud y hospitales públicos se encuentran en mal estado por falta de mantenimiento e inversión. Por otro lado, el sistema de salud en general está lejos de ser inteligente ya que no se basa en el intercambio de información para una rápida y eficiente elaboración de diagnósticos y para el tratamiento de epidemias, no existen historias clínicas digitalizadas, en base a lo cual se repiten gran cantidad de estudios, y además es fuertemente burocrático.

En lo que respecta a telecomunicaciones, se observa en todo el país un importante crecimiento de las conexiones a banda ancha, con una fuerte

concentración y mayor penetración en CABA. La ciudad concentra el 55% de las conexiones del país, con una penetración del 44,68%. En Gran Buenos Aires la penetración es significativamente menor, alcanzando el 8,42%. El promedio de penetración en el país es del 8,8%, posicionándose la Argentina segunda a nivel regional en cuanto a conexiones a banda ancha.

A pesar de esto, la calidad y confiabilidad de la conectividad requiere aún de importantes mejoras. La velocidad de las conexiones es aún baja en comparación con las posibilidades de la tecnología actual. El 47,3% se concentra en el segmento de 1 Mbps a 2 Mbps.

Por otro lado las áreas de *wifi* libres cuentan con las mismas características de concentración en CABA y calidad general del servicio. Además puede verificarse en el mapa 5 que mismo en la Capital Federal la disponibilidad de *wifi* se encuentra concentrada en las zonas centro y norte.

Otro tema de relevancia que facilita la vida urbana y que se encuentra fuertemente relacionado al concepto de *smart city* es el de *e-government*. Según un estudio realizado en 2006<sup>61</sup>, la ciudad de Buenos Aires se encuentra entre las ciudades con mejor sitio web de Iberoamérica. Para esto se tuvieron en cuenta las variables de análisis que, ordenadas de menor a mayor complejidad, se presentan a continuación:

- *Presencia*: es la capacidad del servicio electrónico para proveer sobre su acción al ciudadano. Para ello se consideraron, por ejemplo, impresos (descarga de formularios y documentos, boletines normativos, buscadores y mapa del sitio).
- *Información urbana*: ofrece información sobre el callejero y los transportes urbanos, ya sea a través de mapas estáticos o dinámicos y la disponibilidad de búsqueda en la red de transporte.
- *Interacción*: son las formas de contacto entre el municipio y el ciudadano a través de la web. Puede ser a través de correos electrónicos o la publicación de números telefónicos.
- *Transacción*: incluye la interacción electrónica bi-direccional entre el usuario y el portal, en forma alternativa a la atención presencial. Incluye autenticación, procesamiento de formularios, realización de trámites on line,

---

<sup>61</sup> Los resultados del estudio se consolidaron en el informe "Análisis del Gobierno Electrónico Municipal en Iberoamérica" publicado en octubre de 2006 por la Cátedra Software AG- Alianza Sumaq en e-Government. La Argentina está representada por la Universidad de San Andrés. El trabajo es un estudio sobre los servicios de gobierno electrónico que ofrecen 686 ciudades de Am. Latina y la Península Ibérica.

servicio WAP de navegación a través del teléfono celular, seguimiento de trámites, certificado digital, pagos por red, entre otros.

- *E-democracia*: son los servicios de participación ciudadana, como foros o encuestas on line. En un nivel superior puede considerarse la opción de e-voting.

Estos últimos dos requisitos son los relacionados al concepto de ciudades inteligentes. En base a este estudio resulta el siguiente ranking de sitios web municipales:

Clasificación		Presencia (Máx 1)	Info Urbana (Máx 1)	Interac. (Máx 1,5)	Transac. (Máx 7)	e- democrac. (Máx 1,25)	eValor
<b>Barcelona</b>		1	1	1,5	6	1,5	<b>10,75</b>
<b>Aveiro</b>		1	1	1,5	5	1,25	<b>9,75</b>
<b>Manizales</b>		1	0,5	1,5	5	1,25	<b>9,25</b>
<b>São José Pinhais</b>		1	1	1,5	3	1,25	<b>7,75</b>
<b>Buenos Aires</b>		1	1	1,5	4	0	<b>7,5</b>
<b>Santiago</b>		1	0,5	1,5	4	0	<b>7</b>
<b>San Pedro Garza</b>		1	0,5	0,75	3,50	1,25	<b>7</b>
<b>Valencia</b>		0,75	1	1,5	3	0	<b>6,25</b>
<b>Heredia</b>		0,5	0,5	1,5	1	0	<b>3,5</b>

Tabla 4. 4: Ranking de sitios web iberoamericanos

A pesar del buen posicionamiento de Buenos Aires en relación a las demás ciudades iberoamericanas, se verifica que solo se satisfacen los requisitos de menor complejidad. La interacción bidireccional no se encuentra completamente desarrollada (se obtuvieron 4 puntos de un máximo posible de 7, es decir, menos del 60%), y las posibilidades para e-democracia son inexistentes.

En cuanto a la utilización de tecnologías RFID en Buenos Aires, la realidad es que aún no se ha logrado una incorporación masiva en la industria u otras aplicaciones posibles, sin embargo muchas empresas están realizando pruebas sobre la utilización de esta tecnología. El principal inconveniente en la adopción, por ejemplo, para el reemplazo del código de barras, es su alto costo (en los Estados Unidos un tag puede valer US\$ 0,15 centavos). RFID tiene un elevado potencial pero requiere del desarrollo de pilotos y pruebas de concepto.

Un ejemplo de implementación que facilita el tránsito en Buenos Aires es el se Autopistas del Sol, empresa concesionaria del Acceso Norte a la Ciudad de Buenos Aires. La compañía inició la experiencia en 1996 con el objetivo de

brindar un mejor servicio a los clientes, ya que de esta forma éstos podrían optar por el PASE (Peaje Automático Sin Espera) sin necesidad de detenerse para traspasar la vía de peaje. Con el sistema de tránsito dinámico en una vía de peaje se puede llegar a atender más de 1.000 vehículos por hora, cuatro veces lo que se realiza en el mismo tiempo en una vía manual. La compañía instaló el sistema de peaje dinámico en unas 140 vías, además de las de cobro manual exclusivo. El PASE es un dispositivo que se adhiere al interior del vehículo, en el parabrisas, y almacena información, como por ejemplo, por qué estación de peaje pasó el automóvil, el saldo que tiene el prepago o las últimas transacciones llevadas a cabo. Cuando una etiqueta habilitada es leída en la vía de cobro dinámica, la barrera se levanta automáticamente, permitiendo que el vehículo pase por el peaje sin detenerse.

El Instituto Tecnológico de Buenos Aires utilizó en su cena anual de recaudación RFID para controlar el monto de las donaciones y la asistencia al evento. La implementación formó parte de un convenio entre el ITBA y la empresa Electrónica, que realizó la donación de los lectores y las etiquetas. En la cena, se utilizaron *tags* en las entradas, que permitieron que en las pantallas ubicadas en el salón, apareciera un mensaje dándole la bienvenida a cada uno de los invitados que ingresaba, indicándole, además, en que mesa debía ubicarse. Entre las ventajas evidenciadas del sistema se destaca la rapidez, que evita el congestionamiento en la entrada. Además se pudo contabilizar automáticamente el monto de las donaciones que eran prometidas a la institución, además de mostrar públicamente y en tiempo real como la cifra se incrementaba.

El problema hidráulico representa uno de los obstáculos más importantes para el desarrollo de las condiciones de competitividad y puesta en valor de diversas zonas anegables en la Ciudad, afectando los transportes y las actividades económica, productiva, social y educativa. En la actualidad, la red de drenaje de la ciudad de Buenos Aires es insuficiente para la correcta captación y conducción de las aguas pluviales, razón por la cual cuando se producen importantes lluvias y tormentas, causan anegamientos en diferentes sectores de la Ciudad.

Las causas históricas que influyen en el problema hidráulico son las siguientes la inadecuada capacidad hidráulica de la red de desagües por la falta de inversión en los últimos 60 años, el rápido crecimiento demográfico y densificación de las construcciones, la disminución de la capacidad de retención del suelo por pavimentación, modificación de los terrenos y disminución de los espacios verdes.

En conclusión se puede observar que la ciudad de Buenos Aires cuenta con gran cantidad de situaciones que afectan la calidad de vida humana y las condiciones ambientales. Entre las principales problemáticas a resolver en Buenos Aires se destacan el transporte, la energía y los residuos por su alto impacto, no solo sobre la calidad de vida de la población, sino además sobre el medio ambiente.

Estas problemáticas se presentan por una amplia variedad de motivos, pero se destaca la ausencia de aplicaciones inteligentes de las TICs. Se puede decir de esta manera que Buenos Aires no es actualmente una ciudad inteligentes.

Pero además ocurre que muchos de los problemas son causados por problemas de infraestructura, en base a lo cual los sistemas urbanos se encuentran saturados. Es por esto que parece que la ciudad no está preparada aún para transformarse en una ciudad inteligente, sino que primero debe asegurarse una infraestructura básica eficiente.

De todos modos existen distintos ámbitos donde puede analizarse la conveniencia del desarrollo e implementación de las soluciones que proponen las *smart cities*. Algunas de ellas como medio para la transformación de la infraestructura como por ejemplo en el caso de la energía.

#### 4.3 – PROYECTOS E INVERSIONES VIGENTES

La ciudad está tomando consciencia de los problemas mencionados anteriormente y de la necesidad de invertir en diversas soluciones. Así es que se han definido estrategias y proyectos para mejorar la infraestructura de la ciudad.

Se destaca una iniciativa del Gobierno de la Ciudad denominado “Compromiso Buenos Aires 2020”, que consiste en un proceso de diálogo entre el Gobierno y las organizaciones de la sociedad civil. Su objetivo es generar un marco de diálogo a largo plazo que permita generar una base de información sobre la deuda social y física de la ciudad, y los recursos presupuestarios con los que se cuenta para llevar a cabo las inversiones necesarias. En base a ello se pretende lograr el mayor nivel de acuerdo posible y consensuar posibles líneas de acción.<sup>62</sup>

En línea con las conclusiones obtenidas previamente sobre las principales problemáticas de Buenos Aires, entre las conclusiones de los talleres de

---

<sup>62</sup> Fuente: <http://www.buenosaires2020.gob.ar>

diálogo se destaca la necesidad de desarrollar un sistema de movilidad sustentable, mejorar las infraestructuras urbanas, y de aplicar la “Ley de Basura Cero”. Además se hace hincapié en la necesidad de definir una visión de ciudad y de establecer un plan estratégico.<sup>63</sup> Se estableció una serie de compromisos principalmente orientados a dotar de transparencia al sistema de gobierno a través del acceso de información a través de internet. Se destacan la implementación de un archivo *on-line* de respuestas a los pedidos de información pública, aumento de los niveles de digitalización de las gestiones a través del Sistema Único de Atención Ciudadana, lanzamiento del Observatorio de Resultados de Gobierno a fin de que la sociedad conozca los proyectos estratégicos de la ciudad, y facilitar el acceso a información sobre el presupuesto de la ciudad.<sup>64</sup>

Entre los proyectos que están llevándose a cabo en la ciudad se destacan el Plan de Movilidad Sustentable, la Ley Basura Cero y el Plan Hidráulico.



El *Plan de Movilidad Sustentable*<sup>65</sup> busca reordenar el tránsito para alcanzar una movilización rápida, segura y ordenada en Buenos Aires, contribuyendo además a una mejor calidad del ambiente.

Este plan integra diversos programas articulados que se orientan a priorizar el transporte público, fomentar la movilidad saludable y sustentable, y ordenar el tránsito y maximizar la seguridad.

➤ Programa de vías preferenciales

El objetivo principal es trasladar los colectivos hacia las avenidas y los autos particulares a las calles laterales, priorizando el transporte público y ordenando el tránsito. Así se aliviaría la circulación por las calles angostas y se agilizaría el traslado en transporte público. Otros beneficios serían la disminución del riesgo de accidentes, de contaminación sonora y de emisiones de GEI. Además se supone que se desalentará de esta manera la utilización del automóvil dado que los tiempos de viaje para estos vehículos se verá incrementado al dificultarse su desplazamiento por avenidas. Ya se han implementado las primeras modificaciones en este sentido.

<sup>63</sup> Fuente: Conclusiones del quinto taller. <http://www.buenosaires2020.gob.ar>

Conclusiones del sexto taller. <http://www.buenosaires2020.gob.ar>

<sup>64</sup> Fuente: Documento de Devolución del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires. Primera fase. 2009. <http://www.buenosaires2020.gob.ar>

<sup>65</sup> Fuente: <http://www.plandemovilidad.gob.ar/>

### ➤ Metrobus

Representa la primera innovación del transporte público en los últimos 100 años de la Ciudad de Buenos Aires. El objetivo es constituir un medio de transporte más rápido y seguro, y con menor impacto ambiental, fomentando e implementando tecnologías menos contaminantes en el transporte de pasajeros. Esta iniciativa forma parte de las medidas destinadas a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) incluidas en el Plan de Acción contra el Cambio Climático de la Ciudad.

Este modelo de sistema de colectivos está con éxito comprobado en 150 ciudades del mundo, incluida Curitiba, y se basa en la utilización de vehículos articulados, paradas espaciadas, segregación de la vía de circulación en carriles exclusivos centrales, sistema de pago antes de abordar, estaciones exclusivas a nivel del vehículo, operación 24hs, con horario regulares, que facilitan la planificación del tiempo de viaje.

Los ecobuses son colectivos híbridos que, por su combinación de motor diesel y eléctrico, contribuyen al ahorro energético y a paliar los problemas medioambientales ya que permiten reducir las emisiones de gases contaminantes y los niveles de ruido. El ecobus tiene el mismo tamaño y capacidad para pasajeros que un colectivo común, pero puede recorrer el doble de distancia con la misma cantidad de energía. La figura 4.17 presenta un modelo de este vehículo.

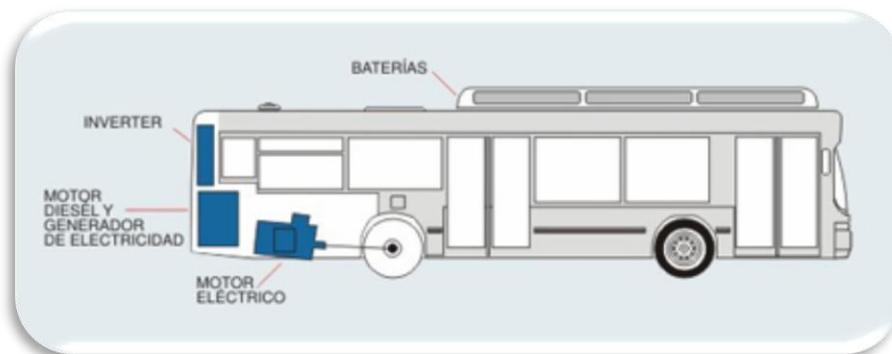


Figura 4. 17: Modelo de Ecobus

La implementación de este sistema cuenta con diversas ventajas frente a la red de subterráneos, aunque en una ciudad de las dimensiones de Buenos Aires no parecería conveniente no contar con este último sistema. El tiempo desde la planificación del sistema hasta su puesta en funcionamiento es de menos de 2 años. En el caso del subte, según experiencias internacionales, no es menor a 7 años. El costo de la construcción de este sistema equivale a la veinteva parte del costo que implicaría el subte. Además mejora el nivel de accesibilidad de personas con diferentes discapacidades, y el costo de operación está muy

por debajo de los sistemas convencionales, lo que permite que sea autosostenible.

El servicio comenzará su prestación sobre el segundo semestre de 2010, entre Palermo y Liniers, a lo largo de Juan B. Justo, y será brindada por las líneas 34 y 166. Actualmente en la Ciudad circula una unidad piloto desarrollada íntegramente por técnicos y profesionales argentinos, resultado del trabajo conjunto de la Agencia de Protección Ambiental, la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de la Plata, la empresa T.A.T.S.A. y la Cámara de Autotransporte de Pasajeros. El proyecto está dirigido a fomentar el conocimiento y la implementación de tecnologías menos contaminantes en el transporte público de pasajeros. Al tratarse de un desarrollo nacional se podrá continuar con la fabricación de este tipo de vehículos en el país, tanto para el mercado local como para su exportación.

Para el año 2010 se espera concluir con la primera etapa de fabricación en serie, con cinco unidades más de buses híbridos terminadas al finalizar el año. El objetivo es llegar a 400 ecobuses en circulación para el año 2012. Teniendo en cuenta que casi el 40% de las emisiones de gases contaminantes en la ciudad provienen del transporte convencional, los ómnibus híbridos eléctricos o ecobuses son una alternativa de transporte ecológico técnica y económicamente viable.

➤ **Nuevas estaciones de subterráneo**

Con el objetivo de ampliar la red de subterráneos de la ciudad, el Gobierno de la Ciudad realiza los planes de expansión de la red de transporte subterráneo y ejecuta las obras a través de la empresa Subterráneos de Buenos Aires S.E. De esta manera se pretende alcanzar los límites de la Capital facilitando el acceso a quienes habitan en el Gran Buenos Aires. Sin embargo no se está modificando la estructura de la red. Además debe considerarse que el sistema actual se encuentra saturado en las horas pico, problema que no solo parece no estar siendo solucionado sino que además se profundizaría si el plan de expansión no es acompañado de una revisión de las frecuencias y la cantidad de coches. A continuación se presentan los planes de expansión de la red:



Figura 4. 18: Planes de expansión de la red de subterráneos

➤ Programa “Bicicletas de Buenos Aires”<sup>66</sup>

El Programa “Bicicletas de Buenos Aires” tiene como objetivo fomentar el uso de la bicicleta como medio de transporte ecológico, saludable y rápido. En la implementación de esta propuesta se contempla la construcción de una red de ciclo vías protegidas, infraestructura para estacionamientos de bicicletas, un sistema de alquiler de bicicletas como sistema de transporte público, la promoción y educación vial para fomentar el cambio cultural que implica introducir la bicicleta como alternativa real y sustentable de transporte, y programa de responsabilidad social empresaria para fomentar el uso de la bicicleta.



Figura 4. 19: Cartelería de promoción de la propuesta

La primer etapa del proyecto pretende construir 100 kilómetros de una red de ciclovías protegidas e integradas que una los principales centros de transbordo con universidades y edificios públicos. La red estará formada por distintos tramos que recorren la Ciudad de Buenos Aires de Norte a Sur y de Este a Oeste conectando puntos neurálgicos tales como Retiro, Constitución, Plaza Italia, Plaza Once, Puerto Madero, La Boca, Correo Central y Plaza de Mayo.

<sup>66</sup> Fuente: <http://www.mejorenbici.gob.ar/index.php?id=1>

La red de ciclovías protegidas consiste en un entramado de carriles exclusivos para bicicletas, resguardado del resto del tránsito vehicular por medio de un separador físico, que conecta los principales centros de trasbordo de la Ciudad. Como se observa en la figura 4.20, la ciclovía se ubica generalmente en el margen izquierdo de la calle y es de doble mano de circulación. Asimismo, cuenta con señalización vertical, horizontal y táctiles, o intervenciones físicas en el pavimento, para disminuir la velocidad.

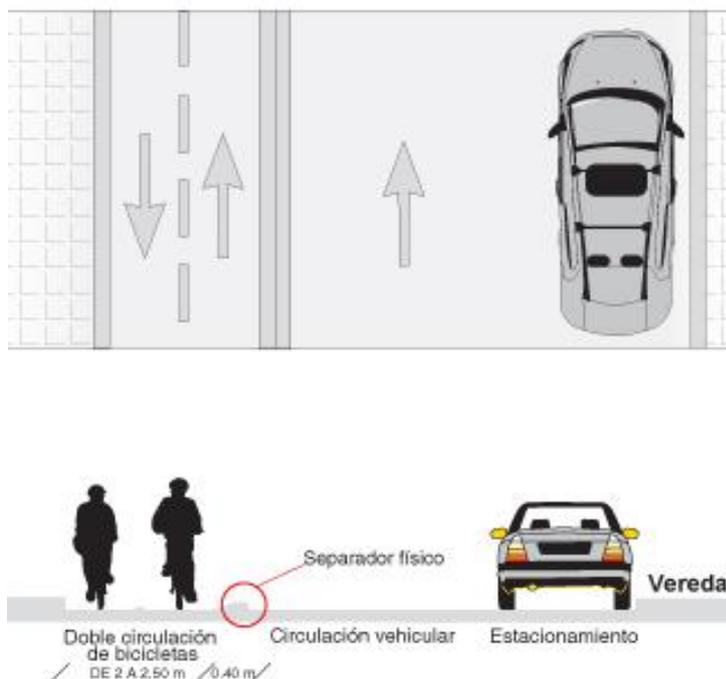


Figura 4. 20: Ciclovías

➤ Sistema de control de tránsito inteligente

Existe en Buenos Aires un centro de control de las autopistas de la ciudad inaugurado en el 2000. Este sistema recibe información de lo que sucede en las autopistas e informa sobre diversas contingencias que puedan alterar la circulación normal. Funciona a través de 42 estaciones de medición y control, con sensores instalados en el pavimento que permiten determinar velocidad, ocupación y el nivel de servicio de la calzada. Las espiras electromagnéticas que registran los datos, remiten la información al Centro de Control Inteligente donde es procesada y enviada visualmente a los usuarios a través de carteles electrónicos. Existen cuarenta y dos de estos carteles distribuidos a lo largo de las autopistas de la Ciudad de Buenos Aires.

Entre la tecnología con que cuenta el sistema se destaca un circuito cerrado de televisión con 31 cámaras, 42 estaciones de toma de datos, 600 espiras magnéticas, 46 paneles electrónicos de mensajes variables, más de 90 kilómetros de tendidos de fibra óptica. Un ejemplo de los carteles mencionados se presenta en la figura 4.21.



Figura 4. 21: Cartel inteligente en CABA

Por otro lado existe un centro de control centralizado de tránsito que monitorea el funcionamiento de los semáforos de la ciudad y del flujo vehicular detectado mediante espiras magnéticas colocadas debajo del asfalto. La comunicación entre los semáforos y espiras magnéticas con el centro de control se realiza mediante una red de fibra óptica. Como se puede observar en la figura 4.22, esta red tiene aún un alcance limitado al centro y norte de la Capital.

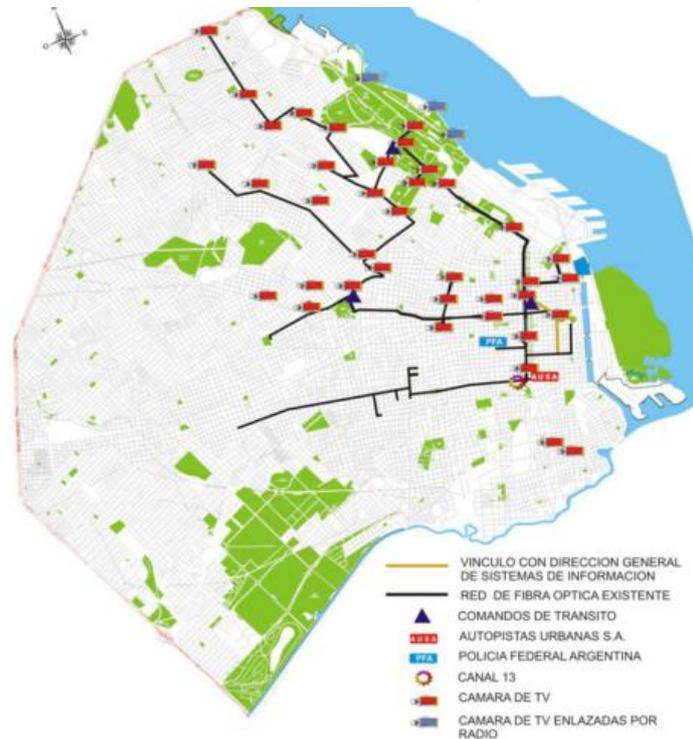


Figura 4. 22: Red de fibra óptica para control semafórico

Existe un proyecto de Ley para la creación de un sistema de control de tránsito inteligente en el ámbito de la Ciudad de Buenos Aires como solución a los constantes problemas de seguridad y congestión vial. Este proyecto propone un sistema conformado por protocolos de comunicación públicos, abiertos y gratuitos que permitan el seguimiento, control, adecuación, y movilidad de la totalidad de los vehículos de transporte tanto público como privado y de carga. Para esto contará con semáforos inteligentes que permitirán una semaforización dinámica y de control que recoja información en tiempo real de

los problemas en la vía pública, como por ejemplo infracciones, accidentes, desvíos y congestión.<sup>67</sup>

Sumado a este proyecto de ley, el Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires encargó a la Facultad de Ingeniería de la UBA el diseño de un sistema adaptativo de control y optimización del sistema de semáforos de la Ciudad, con el objetivo principal de lograr un sistema que se adapte a las condiciones reales de tránsito. El resultado, basado en infraestructura existente, “se destaca por contar con un bajo costo de equipamiento, operación y mantenimiento, una efectiva disminución de las demoras, paradas y tiempos de viaje para los trayectos que afectan a la mayoría de los usuarios.”<sup>68</sup> Otro beneficio de importancia es la reducción de las emisiones de gases contaminantes. El funcionamiento se basa en un modelo de teoría de colas que en función del estado del semáforo que controla un acceso dado es posible calcular las demoras en acceder a la intersección, la relación entre la demanda y la capacidad del acceso, la longitud media de las colas, y las probabilidades de detención.

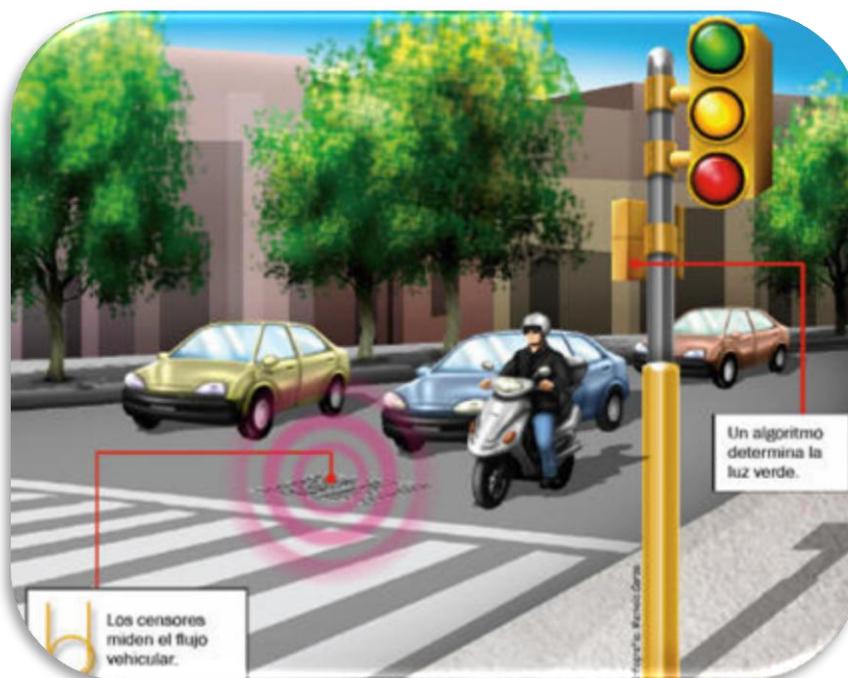


Figura 4. 23: Modelo de semáforos inteligentes UBA

<sup>67</sup> Fuente: Proyecto de Ley: Creación del sistema de control de tránsito inteligente. 2009  
<http://www.danielamoroso.com.ar/admin/gestion/60.pdf>

<sup>68</sup> Fuente: P. Simonelli, Jefe del programa. 2004.  
[http://www.universia.com.ar/portada/actualidad/noticia\\_actualidad.jps?noticia=12703](http://www.universia.com.ar/portada/actualidad/noticia_actualidad.jps?noticia=12703)  
Fuente: Luz verde para los nuevos semáforos inteligentes . 2006.  
[http://www.lanacion.com.ar/nota.asp?nota\\_id=849986](http://www.lanacion.com.ar/nota.asp?nota_id=849986)

## Plan Hidráulico

Con el objetivo de disminuir sustancialmente las consecuencias del actual sistema hidráulico de la Ciudad de Buenos Aires, se desarrolla el Plan Integral Hidráulico.

Este plan pretende adecuar la infraestructura existente a la modificación del régimen de lluvias y a otras alteraciones meteorológicas y urbanas que experimentó Buenos Aires en los últimos años. Busca lograr la correcta captación y conducción de las aguas pluviales para bajar la probabilidad de inundaciones del 50% actual al 10%. Las inundaciones serán más esporádicas y las consecuencias más reducidas.

El plan integra una serie de estrategias, conformadas por medidas estructurales (obras) y no estructurales (programas), con el fin prevenir impactos negativos y mejorar el uso y la disponibilidad del agua. Las obras comienzan con la intervención en una cuenca en donde se mejora la conducción, continuando el trabajo en los ramales secundarios, y finalizando el trabajo en los sumideros. El modelo de las obras se presenta en la figura 4.24.

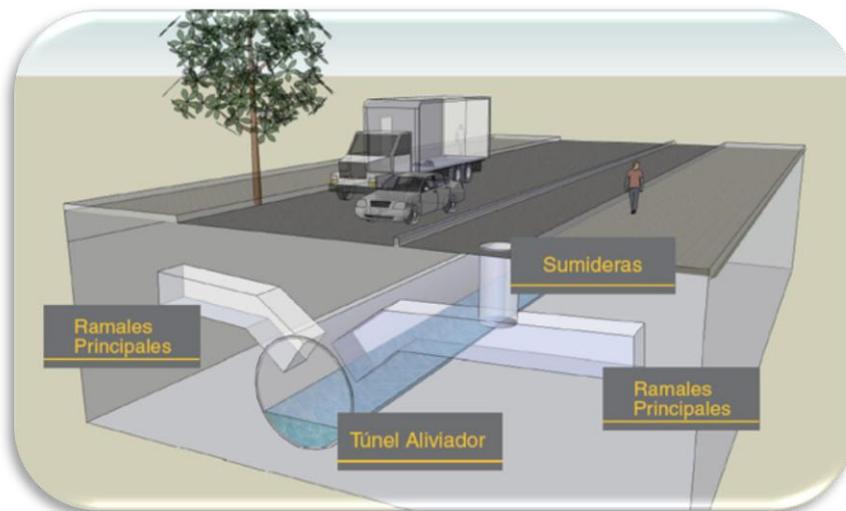


Figura 4. 24: Medidas estructurales

El Plan Hidráulico tiene una gran tarea para evacuar crecidas, de manejar las cantidades de agua, pero también tiene como prioridad el desarrollando actividades para mejorar la calidad del agua. Este objetivo se irá logrando progresivamente, buscando que el agua que entra en contacto con los ciudadanos sea de calidad aceptable.



El Sistema de Higiene Urbana de la Ciudad<sup>69</sup> se compone de las prestaciones de recolección de Residuos Húmedos Urbanos y Residuos Sólidos Urbanos Secos, Barrido y Limpieza de la Ciudad.

La política que promueve el Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires a partir de la Ley 1.854 “Basura Cero” promulgada en enero de 2006 y reglamentada en mayo de 2007, respecto a gestión de los residuos sólidos urbanos, está orientada a la eliminación progresiva de los rellenos sanitarios. En ese momento se establecieron metas de reducción progresiva de los residuos enviados a relleno sanitario tomando como base la generación del 2004. Estas metas eran reducir el 30% para el año 2010, 50% para el 2012 y 70% para el 2017, prohibiéndose la disposición final de materiales tanto reciclables como aprovechables para el año 2020.

En este sentido plantea la adopción de medidas dirigidas a la reducción de la generación de residuos, la recuperación y el reciclado así como también la disminución de la toxicidad de la basura y la asunción de la responsabilidad del fabricante sobre sus productos. Los objetivos principales que se están llevando a cabo son:

- Concientizar a los vecinos y a los grandes generadores acerca de la necesidad de la separación en origen de los residuos reciclables.
- Minimización la disposición final de los residuos mediante la consolidación de práctica de separación de materiales reciclables en origen.
- Formalización e integración de los recuperadores urbanos en el circuito del servicio público de recolección diferenciada.
- Garantizar los espacios necesarios para la disposición final, incorporando nuevas tecnologías.
- Contribuir al ordenamiento de la cadena de valor del reciclado.

Para el logro de estos objetivos la ley garantiza los siguientes puntos básicos:

1. *Separación en origen*
2. *Contenerización diferenciada*
3. *Transporte diferenciado*: los materiales secos se transportan a través de las empresas recolectoras a los centros verdes y los residuos húmedos se llevan inicialmente a los rellenos sanitarios.

---

<sup>69</sup> Fuente: [http://www.buenosaires.gov.ar/areas/med\\_ambiente/basura\\_cero/](http://www.buenosaires.gov.ar/areas/med_ambiente/basura_cero/)

4. *Centros Verdes*: aquí se realiza la selección fina de los materiales secos para su posterior venta.

Aún no se ha logrado implementar ninguna de estas medidas, pero el Gobierno ya convocó al proceso abierto de consulta a los pliegos preliminares que regirán el futuro llamado para la contratación del Servicio Público de Higiene Urbana.

### *Agenda digital*

Por otro lado, a fin de promover el desarrollo de las TICs en el país, el Gobierno Nacional en 2009 se anunció la Agenda Digital para Argentina bajo el decreto 512/09. Esta agenda constituye un plan que apunta a disminuir las asimetrías en el acceso a las TICs y promover el aumento de la inversión estratégica en infraestructura en el país para un mejor aprovechamiento de las posibilidades que ofrece la sociedad de la información y el conocimiento. Para ellos establece cinco áreas de acción: infraestructura y conectividad, contenidos y aplicaciones, capital humano, financiamiento y sostenibilidad, y marco legal. Además determina seis lineamientos estratégicos sectoriales: gobierno, sector productivo, sector de TICs, investigación en innovación, previsibilidad ambiental y sociedad civil.<sup>70</sup>

De la mano de esta Agenda Digital en 2008 fue sancionada la Ley N°2972 de Promoción de las Empresas de software, hardware y telecomunicaciones en Buenos Aires. En base a esta ley se desarrolló en la Ciudad un Distrito Tecnológico dedicado al desarrollo del conocimiento, la investigación y los negocios vinculados a la industria de las TICs. El objetivo es lograr que la ciudad gane competitividad a nivel mundial en la generación de servicios de alta calidad e innovación.

El Distrito Tecnológico está ubicado en 200 hectáreas del Barrio de Parque Patricios. La selección de la localización está fundamentada en el potencial de desarrollo del área dada la existencia de una gran cantidad de edificios desocupados, disponibles para ser reciclados, galpones y terrenos; y la accesibilidad mediante distintos transportes públicos. La Ley N°2972 prevé una serie de beneficios orientados a la promoción del Distrito Tecnológico para las empresas que se radiquen dentro de la zona, entre los que se destacan la exención del pago de impuestos y contribuciones y la obtención de subsidios no reintegrables.<sup>71</sup>

---

<sup>70</sup> Fuente:Nota: Agenda Digital Argentina. 2009.

[www.cicomra.org.ar/cicomra2/asp/actividad-sb-n.asp?id\\_notas=116](http://www.cicomra.org.ar/cicomra2/asp/actividad-sb-n.asp?id_notas=116)

<sup>71</sup> Fuente: [http://cai.mdebuenosaires.gov.ar/system/contenido.php?id\\_cat=77](http://cai.mdebuenosaires.gov.ar/system/contenido.php?id_cat=77)



Figura 4. 25: Localización del Distrito Tecnológico

### *Conclusiones sobre los proyectos*

Los proyectos presentados son necesarios para la resolución de los problemas de la ciudad a largo plazo, pero aún se encuentran en una fase muy incipiente de desarrollo. Solo se ha iniciado la implementación del Plan Hidráulico, mientras que los demás proyectos se encuentran en una etapa de diseño teórico de la solución o de prueba piloto, como el caso de los Ecobuses. Por otro lado, si llegara a concluirse la implementación de estas propuestas, lo cual podría demorarse significativamente considerando la dificultad de continuidad de las políticas de planificación a largo plazo que se evidencian en la historia política del país y de la ciudad, habrá que analizar su efectividad en cuanto a la resolución de las problemáticas. Cabe destacar que no se dispone de información respecto de los montos de las inversiones necesarias para estos proyectos, ni de la cuantificación de los objetivos en materia de los beneficios sociales y ambientales que se persiguen.

Además de esto, puede observarse que se trata principalmente de proyectos de infraestructura, principalmente en el caso del Plan Hidráulico, y no de dotación de inteligencia a la ciudad. Esto está de acuerdo con lo planteado anteriormente sobre la necesidad de resolver en primera instancia las falencias estructurales, que son la causa principal a los problemas que se presentan en Buenos Aires. Sin embargo se observa que no existen planes en materia energética, que es uno de los principales responsables de la contaminación ambiental.

De todos modos se destaca que las propuestas de transporte sustentable y de recolección de residuos se encuentran, en términos generales, orientados a los modelos actuales de ciudades sustentables e inteligentes.

Respecto de los sistemas de cartelería inteligente dispuestos en las autopistas de la ciudad, se destaca que la información que proveen solo podría ser útil para la estimación de los tiempos de viaje, y no para la toma de decisiones respecto de caminos alternativos de acceso a la ciudad. Esto es así debido a que toda la infraestructura de acceso con automóviles particulares se ve saturado en horas pico, momento en el cual resultaría principalmente necesaria la información. de esta manera no resulta factible optar por otra alternativa de acceso.

#### 4.4- ANALISIS DE LAS APLICACIONES DE SMART CITIES

Como se comentó previamente, los principales problemas de la Ciudad de Buenos Aires que afectan a la calidad de vida y las condiciones ambientales, son el transporte, la energía eléctrica y los residuos. Más allá de las iniciativas del Gobierno, se propone analizar las posibilidades de aplicar las soluciones que proponen las *smart cities* para estos casos.

Dado que el modelo que propone el Gobierno para resolver la problemática de los residuos urbanos está de acuerdo con los parámetros de sustentabilidad que se están aplicando en ciudades como Curitiba, esta temática no será analizada en este apartado.

Se destaca que el objetivo de este estudio no es el análisis económico y financiero de cada una de las soluciones presentadas, lo cual abre nuevas ramas de investigación. Sin embargo resulta conveniente realizar un análisis macro para estimar a grandes rasgos las posibilidades reales de implementación. De la misma manera habrá que estimar los beneficios que se alcanzarían en cada caso, y considerar las barreras y dificultades que puedan presentarse. En cuanto a los beneficios cabe destacar que al ser de carácter social y ambiental, los ahorros o beneficios económicos no resultan fácilmente cuantificables. Es por esto que se ha recurrido a estudios realizados por terceros para aplicaciones específicas.

#### **Tránsito y transporte**

Para comprender la dinámica del sistema de tránsito y transporte en la ciudad de Buenos Aires se realizó el siguiente diagrama causal basado en los conceptos de dinámica de sistemas. En este diagrama se observa la relación entre las variables principales que fueron analizadas en este estudio. Se

destaca la existencia de un *loop* reforzador (en rojo) que parece ser el responsable de la creciente problemática en la red vial. Para lograr resolver la situación deberían implementarse medidas que modifiquen este ciclo.

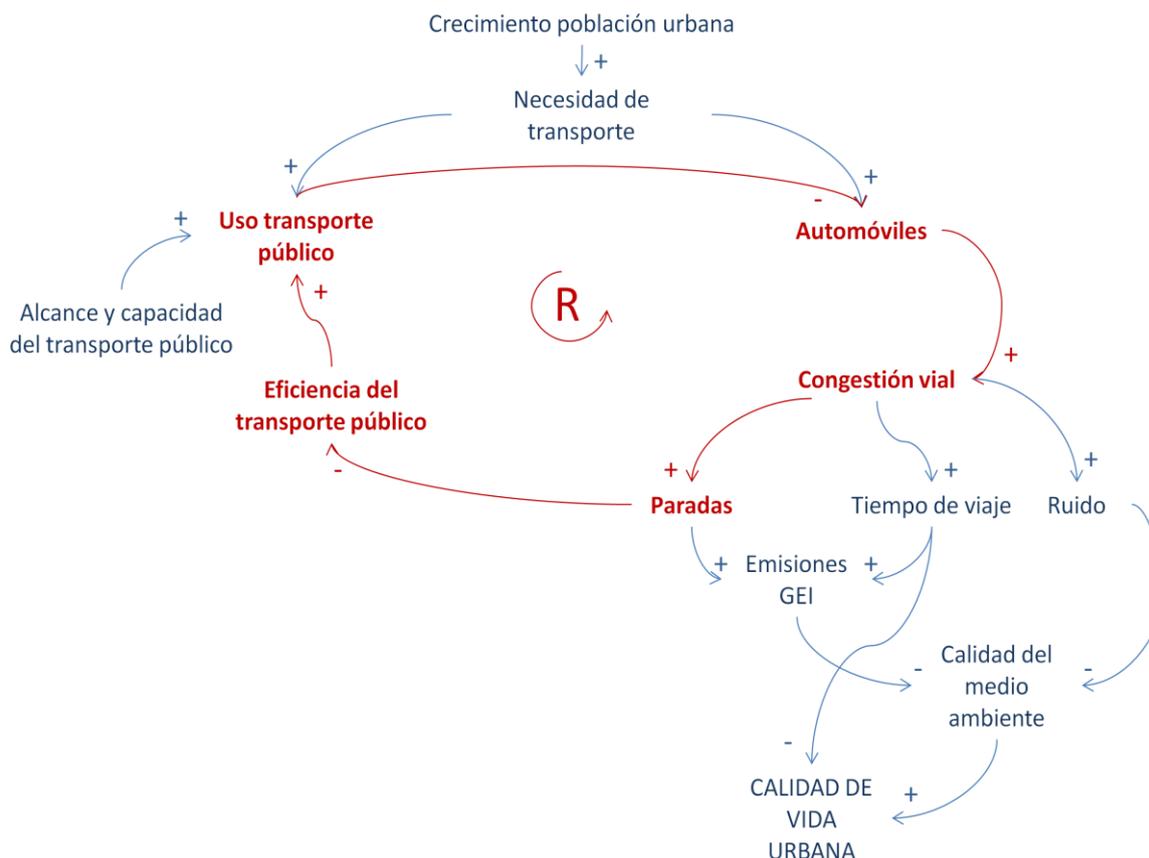


Figura 4. 26: Diagrama causal sistema de transporte actual

De esta manera se observa la necesidad de implementar medidas que disminuyan la congestión en la ciudad para que los tiempos de viaje sean menores, así como el ruido y las emisiones de gases contaminantes. En conjunto se lograría mejorar la calidad de vida y del ambiente. Además, al disminuir la cantidad de paradas, aumenta la eficiencia del transporte público, fomentando así al uso del mismo. Como se puede observar, el ciclo reforzador, en lugar de llevar al aumento de la congestión, la disminuiría.

Sin embargo esto solo no es suficiente, sino que es necesario también implementar otras medidas que fomenten la utilización del transporte público para lograr disminuir la cantidad de vehículos particulares circulando por la ciudad, que es el principal factor de congestión.

Para agilizar la circulación en Buenos Aires, resulta interesante evaluar la implementación de un modelo de transporte similar al de Curitiba basado en el colectivo como principal medio de transporte público. Esto resulta coincidente con Buenos Aires, donde el 57% de los viajes son cubiertos por este medio. El

modelo resulta además interesante dado que logró implementarse con bajo presupuesto.

Algunos de los conceptos del modelo de la ciudad brasileña son los que pretende alcanzar el Gobierno porteño con el Plan de Desarrollo con las vías exclusivas para los colectivos y el Metrobus.

### *Semaforización*

Sumado a las iniciativas del gobierno, entre las soluciones que proponen las ciudades inteligentes para mejorar la circulación, parecería que en Buenos Aires resultaría conveniente implementar un sistema de semaforización y control dinámicos a partir de la utilización de semáforos inteligentes y cámaras de seguridad IP conectados a una red ya sea *wifi* o mediante fibra óptica, proveyendo de información en tiempo real a quienes están a cargo del control y la seguridad, y a los usuarios del transporte y la red vial.

De esta manera la semaforización dinámica lograría disminuir la congestión a partir de la gestión del tránsito, y por otro lado los ciudadanos contarían con la información necesaria para decidir adecuadamente por qué camino circular o qué medio de transporte utilizar en caso de problemas o demoras. Además sería posible prever los tiempos de espera del arribo del transporte público y el tiempo de viaje, lo cual fomentaría la utilización del transporte público.

En este sentido se destaca que existe un proyecto privado de información en tiempo real de los tiempos de arribo de colectivos a las diferentes paradas. Esta es una prueba piloto para unas pocas líneas que aún no ha terminado de desarrollarse. Solo es posible acceder a esa información desde el sitio web [www.bondicom.com](http://www.bondicom.com), pero sería interesante analizar las posibilidades de implementar sistemas que informen en tiempo real en cada parada el momento de arribo de los próximos colectivos, como existe en algunas ciudades del mundo.

El efecto sobre el sistema que se lograría con la implementación de semáforos inteligentes y con la disponibilidad de información puede observarse en el siguiente diagrama causal. En el mismo puede observarse como el *loop* reforzador, en lugar de aumentar la congestión vial la disminuye, estabilizando la situación.

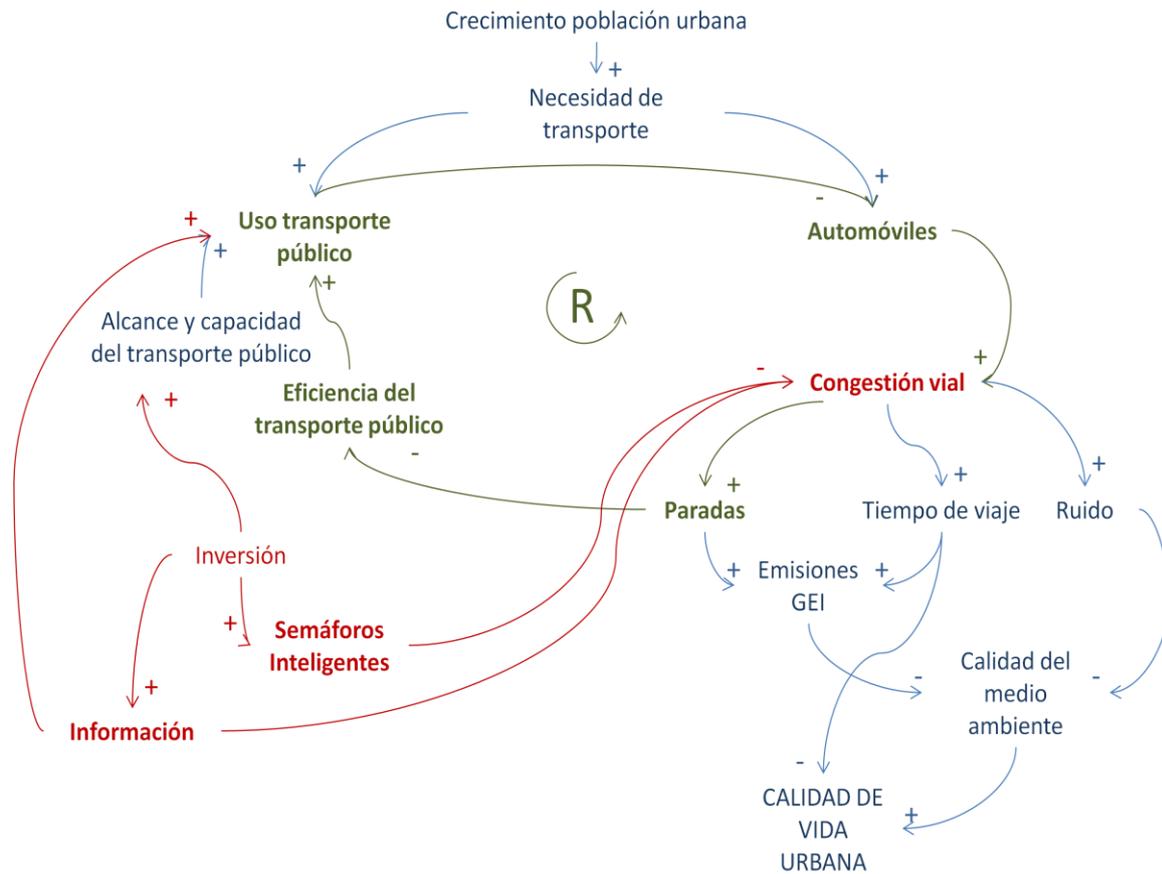


Figura 4. 27: Diagrama causal sistema intervenido

Para realizar el análisis económico de esta propuesta debe considerarse por un lado el costo de compra de los semáforos inteligentes y su instalación y mantenimiento. A modo de referencia, en la ciudad de Montevideo se implementó una prueba piloto en 13 cruces con semáforos importados de Europa a un costo de US\$ 4.000 cada uno. Sin embargo, como se comentó previamente, la UBA ha diseñado un modelo para la Capital Federal. El costo de fabricación local se estima similar al de los semáforos tradicionales y con un costo de mantenimiento menor dado que utilizan focos de LED que funcionan en base a energía solar.

Por otro lado, debe ser considerado el costo de la conexión a la red para establecer la comunicación con el centro de control semaforico de la ciudad al mismo tiempo que se abastece de información a los usuarios. Para esto será necesario en primera instancia definir si la conexión será *wifi* o mediante fibra óptica. Y luego estimar los costos de desarrollo de cada una. Para la estimación de los costos puede tomarse el modelo de la ciudad de Galicia, donde se están invirtiendo 150 mil euros para el proyecto *Ciudad Digital*. Este proyecto contempla la adquisición de servidores para la red *wifi* y la ampliación

de la capacidad del centro de datos, al mismo tiempo que se aumenta la rapidez de las conexiones.<sup>72</sup>

Una situación que debe considerarse es la ampliación de la capacidad de centro de control semafórico, que deberá soportar y transmitir la información proveniente de los semáforos. Surge además la necesidad de entender qué ocurrirá en caso de que el sistema de control o de alimentación de los semáforos colapse. En este sentido se destaca que estos semáforos están diseñados para almacenar energía solar que les otorga autonomía por 72 horas, con lo cual el sistema continuaría su funcionamiento normal.

Dado que este sería un proyecto público, además de los costos deberán considerarse los beneficios sociales que generaría como por ejemplo la disminución del tiempo de viaje, de las paradas en semáforos, del ruido y de las emisiones de gases contaminantes.

Para una estimación de estos valores pueden tenerse en consideración modelos ya desarrollados o aplicados. En la ciudad de Panamá se ha diseñado un sistema de semáforos inteligentes con el cual se estima la reducción de los tiempos de viaje en hora pico en un 50%<sup>73</sup>, mientras en San José se logró una disminución del 22%<sup>74</sup>.

Por otro lado científicos norteamericanos y rumanos han desarrollado un modelo de simulación con el cual demostraron que en la ciudad de Bucarest la implementación de semáforos inteligentes reduciría un 28% los tiempos de espera en los semáforos y un 6,5% las emisiones de dióxido de carbono.<sup>75</sup>

De la misma manera, debería realizarse un estudio específico que simule la situación actual del tránsito en la ciudad y cuantifique los efectos de la implementación de semáforos inteligentes. Luego debería definirse un área crítica en cuanto a los niveles de congestión, posiblemente en el centro de la ciudad, donde implementar una prueba piloto de semáforos inteligentes. En

---

<sup>72</sup> Fuente: Inversión de 150.000 euros para el proyecto "Ciudad Digital" de Galicia. 2010  
[http://www.laflecha.net/canales/wireless/noticias/inversion-de-150000-euros-para-el-proyecto-ciudad-digital-de-galicia?\\_xm=rss](http://www.laflecha.net/canales/wireless/noticias/inversion-de-150000-euros-para-el-proyecto-ciudad-digital-de-galicia?_xm=rss)

<sup>73</sup> Fuente: Los nuevos semáforos inteligentes para la ciudad de Panamá. 2003.  
<http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=261419>

<sup>74</sup> Fuente: MOPT asegura que recuperó el control de los semáforos inteligentes en la capital. 2010. <http://www2.prensalibre.cr/pl/nacional/25744-mopt-asegura-que-recupero-control-de-semaforos-inteligentes-en-la-capital.html>

<sup>75</sup> Fuente: Los semáforos inteligentes reducen la contaminación y agilizan el tráfico. 2008.  
<http://www.laflecha.net/canales/ciencia/noticias/los-semaforos-inteligentes-reducen-la-contaminacion-y-agilizan-el-trafico>

caso de verificarse los resultados esperados en cuanto a reducción de tiempos de viaje y congestión, el proyecto podría expandirse al resto de la Capital Federal.

Dado que el desarrollo del modelo de simulación excede las posibilidades de este estudio, pueden considerarse como aproximados los resultados alcanzados en estudios realizados para otras ciudades, resumidos en la tabla 4.4.

<b>Estimación de ahorros</b>	
Tiempo de viaje	22%
Paradas en semáforos	28%
Emisiones de CO <sub>2</sub>	6,5%

Tabla 4. 5: Estimación de ahorros con semáforos inteligentes

### *Transporte público*

Respecto del transporte público, no solo alcanza con medidas que fomenten su utilización, sino que debe existir un sistema con la capacidad, alcance y eficiencia suficientes para satisfacer la demanda adecuadamente. Esto resulta ser principalmente un problema de infraestructura, que debe solucionarse previo a pensar en cualquier aplicación inteligente de las TICs. Así se abren nuevas ramas de investigación, que no conforman el foco de este estudio.

En cuanto a alcance, como se ha comentado previamente, los colectivos en Buenos Aires tienen gran alcance, mientras no ocurre lo mismo con los subtes y trenes. El proyecto del Metrobus con carriles exclusivos, estaciones a nivel y pago anticipado, pretende ampliar la capacidad y mejorar la eficiencia de los colectivos. Esto último se vería además mejorado mediante la implementación de semáforos inteligentes que agilicen el tránsito, y con información en tiempo real disponible en la red y en las estaciones, que permitiría a los usuarios planificar su viaje.

### *Energía eléctrica*

Como se desarrolló en capítulos anteriores, las ciudades inteligentes proponen la implementación de *smart grids* para mejorar los sistemas de generación y distribución de energía eléctrica. Y dentro de este nuevo sistema surge la posibilidad de incorporar la cogeneración en los edificios inteligentes.

### *Smart grids*

Las *smart grids* permitirían optimizar la capacidad de la red de transmisión y distribución; reducir la utilización de combustibles fósiles y de las emisiones de carbono, por la inclusión de tecnologías de generación limpia y un consumo

más eficiente, como por ejemplo energía eólica o solar; disminuir el consumo a través de la generación distribuida y la participación de los clientes que podrán gestionar su consumo a partir del conocimiento de las tarifas y los niveles de consumo; y lograr un mejor nivel de servicio con una rápida acción sobre la red ante agresiones naturales o intencionales, reconociendo y aislando el lugar del incidente, posible al disponer de información en tiempo real.

Todos estos beneficios llevan a una optimización de las inversiones y los costos de exploración, mejor calidad de servicio y del medio ambiente.

A continuación se presentan los resultados del estudio económico realizado para la transformación de la red de distribución de Edenor de todo el país en una red eléctrica inteligente.<sup>76</sup> Este proyecto se focalizó en el proceso de distribución de la energía eléctrica. A pesar de no ser un proyecto para la Ciudad de Buenos Aires, se entiende que las conclusiones serían similares.

Entre los principales costos de instalación de una red eléctrica inteligente deben tenerse en cuenta los costos de tendido de fibra óptica y los medidores. Los costos unitarios se presentan en la tabla 4.6 y la inversión total por rubro en la tabla 4.7.

Rubro	Costo Unitario <sup>77</sup>
<i>Comunicación</i>	
Tendido de fibra óptica aéreo	6 U\$D / m
GPRS	15 U\$D / mes.concentrador
Interruptor para suspensiones	5 U\$D / medidor
<i>Concentradores</i>	
Concentrador	11.550 U\$D / CT
<i>Medidores</i>	
Medidores Electrónicos	T1 Mono. 23 U\$D - T1 Trif. 108 U\$D
Modem para medidores	10 U\$D / medidor
<i>Mantenimiento</i>	Supuesto: 3 % anual s/ costo de equipamiento

Tabla 4. 6: Costos unitarios por rubro de inversión

<sup>76</sup> Este análisis fue realizado por el alumno del ITBA Guillermo Arslanian (legajo 46.041) en su proyecto final de Ingeniería Industrial. El mismo no ha sido realizado en el proyecto actual dado que un estudio focalizado en las *smart grids* no forma parte del objetivo del mismo.

<sup>77</sup> En los costos del tendido de la fibra óptica, de los concentradores y de los medidores se tiene en consideración el costo de la mano de obra para la instalación. Para el cálculo de los medidores electrónicos sólo se tomaron en consideración los clientes de Edenor S.A.

Rubro	Inversiones
Comunicación	US\$ 113.610.992
Concentradores	US\$ 120.327.900
Medidores	US\$ 99.029.774
<b>Total</b>	<b>US\$ 332.968.666</b>

Tabla 4. 7: Inversión por rubro

Realizando un flujo de fondos en base a estas inversiones y considerando lo que recaudaría la empresa mediante la facturación, se obtiene que se requiere una elevada inversión inicial de U\$D 332.968.666, y los indicadores del proyecto indican en primera instancia que el mismo resulta rentable:

INDICADOR	VALOR
VAN	US\$ 4.872.405
TIR	11,37 %
Periodo de Repago Simple	7 años

Tabla 4. 8: Indicadores de viabilidad económica

Para un proyecto de esta magnitud se requiere de la participación del Gobierno como ente regulador, que permita, a diferencia del sistema actual, la implementación de bandas tarifarias que fomenten la desconcentración horaria del consumo. Por otro lado, el Gobierno debe fomentar el desarrollo de tecnologías que apunten a la eficiencia energética y a la producción de equipos de bajo consumo. Serán necesarias importantes inversiones en generación y en los sistemas de transmisión obsoletos de las redes actuales e incentivar a las empresas eléctricas a mejorar sus servicios en todos los aspectos.

A pesar de que el Estado Nacional ha declarado de interés y prioridad nacional el uso racional y eficiente de la energía, no existen intensiones de desarrollo de un plan para la construcción de una red inteligente.

Tomando esto como consideración, se ha analizado nuevamente el modelo económico previamente planteado sin considerar los ahorros en inversiones por disminución del pico de la curva de carga, que se lograrían con la intervención del gobierno. De esta forma el VAN es U\$D -894.044, lo cual indica que el proyecto, en estas circunstancias no resulta conveniente.

### Cogeneración

En estas circunstancias, existe la posibilidad de implementar la cogeneración en edificios de viviendas y oficinas como iniciativa del sector privado. De esta manera cada edificio estaría generando su propia energía con un menor nivel de contaminación ambiental y asegurándose el nivel de servicio adecuado.

Esta no es en sí una aplicación de tecnologías de la información y la comunicación, pero forma parte del concepto de generación distribuida que proponen las *smart grids*. De esta manera podrían generar la base sobre la cual, en un futuro con políticas energéticas más avanzadas, generar redes eléctricas inteligentes. Mientras, en el corto plazo permitirían alcanzar beneficios en materia de contaminación ambiental.

Para el desarrollo de la aplicación, que será variable según el edificio en cuestión dado que cada uno tendrá diferentes requisitos en cuanto a potencias necesarias, debe realizarse en primera instancia un análisis técnico, definiendo el tipo de equipo a utilizar y la potencia requerida. Entre los tipos de equipos se destacan las turbinas de vapor o gas y los motores de combustión interna a gas o diesel. En general resulta más conveniente la utilización de un motor de combustión interna a gas dado que tiene un menor consumo de combustible, el combustible que utiliza es más económico, el motor es de mayor duración y sus costos de mantenimiento y reparación son menores. Además no genera humos de escape ni emite partículas, y produce bajos niveles de ruido. Podrían analizarse también alternativas que funcionen en base a energías renovables como por ejemplo mediante paneles solares.

Al realizar la evaluación económica, dado el carácter privado de esta aplicación, deben considerarse los costos de la instalación, operativos y de mantenimiento, y el ahorro de energía consecuente. La revista "Ciencia e Ingeniería"<sup>78</sup> ha publicado un estudio técnico-económico sobre la implementación de un sistema de cogeneración en la Universidad Tecnológica de Santa Fe. Para este caso, la compra de un grupo electrógeno a gas natural de 224 kVA de potencia con generador y demás auxiliares está valuada en \$59.157<sup>79</sup>. Estos equipos tienen una vida útil de cuatro años.

Por otro lado se compararon el consumo de energía eléctrica del sistema actual y el estimado para el gas natural que se consumiría con un sistema de cogeneración. Los resultados son los siguientes:

---

<sup>78</sup> Fuente: Revista Ciencia e Ingeniería. Vol. 24 No. 2 2003

<sup>79</sup> Incluye IVA

Sistema	Consumo anual	Costo anual	Ahorro
Tradicional	306.826 kWh	\$35.504	\$20.270
Cogeneración <sup>80</sup>	110.596 m <sup>3</sup>	\$16.234	

Tabla 4. 9: Costos de energía

Debe tenerse en cuenta además el costo de mantenimiento del grupo electrógeno que fue estimado en 0,007\$/kWh generado, resultando para un año de la siguiente manera:

Energía activa consumida	Consumo unitario	Costo total
335.140 kWh	0,007 \$/kWh	\$2.346

Tabla 4. 10: Costo de mantenimiento

En función de estos valores se calcularon los indicadores de viabilidad económica del proyecto, considerando una tasa de actualización anual del 6%. Como se observa a continuación todos los indicadores indican la conveniencia de la realización del proyecto:

<b>Tiempo de retorno</b>	2,82 años	< vida útil
<b>VAN</b>	\$13.444 para el cuarto año	> 0
<b>TIR</b>	15 – 16%	> 6%

Tabla 4. 11: Indicadores de viabilidad económica

Por otro lado existen beneficios ambientales y sociales importantes dado que se verá liberada parte de la capacidad de la red eléctrica actual, mejorando su nivel de servicio, y que habrá una menor emisión de gases de efecto invernadero y menor consumo de combustible, minimizando el impacto sobre el medio ambiente. En cada unidad se estima que la contaminación emitida disminuye un 50%, y el rendimiento de la instalación en su conjunto es de alrededor del 85%, mientras que en el sistema tradicional es del 35%. Cabe destacar que en Buenos Aires este impacto conjunto de esta solución podría ser significativo dado el elevado nivel de actividad del sector de la construcción.

<b>Disminución de la contaminación</b>	50%
<b>Mejora eficiencia energética</b>	85% vs. 35%

Tabla 4. 12: Mejoras estimadas

<sup>80</sup> Consumo específico de combustible: 0,33 m<sup>3</sup>/kWh

#### 4.5- CONCLUSIONES

Se han presentado alternativas para mejorar los sistemas de transporte y de energía con el fin de alcanzar mejor nivel de calidad de vida y un menor impacto sobre el medio ambiente. Tanto las propuestas de semaforización inteligente y de cogeneración son factibles desde el punto de vista técnico, dado que las tecnologías se encuentran desarrolladas y probadas, tanto en Argentina como en otras ciudades del mundo. Considerando el aspecto económico, en primera instancia parecería que, en el caso de los semáforos, los costos tanto de implementación como de mantenimiento no serían diferenciales en relación a los semáforos tradicionales si se utilizara el modelo desarrollado por la UBA. Y en el caso de la cogeneración parecería que implementarlo como proyecto privado sería una alternativa rentable. Además ambos proyectos han demostrado traer beneficios sociales significativos.

Si esto fuera así, surge la pregunta de por qué no han logrado implementarse estos modelos, que en el caso de los semáforos de la UBA terminaron de diseñarse en el año 2006. Lo mismo genera el hecho de que el proyecto de Bicicletas de Buenos Aires y el Metrobus o la Ley Basura Cero tengan grandes demoras en su implementación definitiva.

En lo que respecta a la demora de los proyectos de transporte y tránsito, el principal responsable parecería ser el Gobierno Nacional, que de la misma manera en que ocurre con las smart grids, no ha establecido la prioridad que merecen estos ámbitos. Se destaca que en Buenos Aires el transporte público es regulado y concesionado por el Gobierno Nacional. En el caso particular de Bicicletas de Buenos Aires, la Ley 2586 establece en el artículo 25 que los aportes pueden provenir entre otros del Gobierno Nacional, y en los artículos 27 y 28 define que el Poder Ejecutivo de la Nación es quien prestará preferentemente el servicio de transporte público de bicicletas mediante la concesión del mismo y quien reglamentará la ley<sup>81</sup>. De la misma manera, Metrovías opera el servicio de subterráneos a partir de la concesión otorgada por el Estado Nacional en 1994<sup>82</sup>. En el proyecto de Ley para la creación de un sistema de control de tránsito inteligente, donde se contempla la implementación de semáforos inteligentes, la solicitud de aprobación del mismo está dirigida a la presidente de la Argentina.<sup>83</sup>

<sup>81</sup> Fuente: Sistema de transporte público de bicicletas para la Ciudad de Buenos Aires. Ley 2586. 2008. <http://www.ligadelconsorcista.org/node/2736>

<sup>82</sup> Fuente: <http://www.sbase.com.ar/es/>

<sup>83</sup> Fuente: Proyecto de Ley: creación de un sistema de control de tránsito inteligente. 2009. <http://www.danielamoroso.com.ar/admin/gestion/60.pdf>

Dada esta dependencia con el Gobierno Nacional, no resulta posible a la ciudad la implementación de proyectos de estas características de manera autónoma. A esto se le suma el hecho de que el Gobierno Nacional es ineficiente y lento en la toma de decisiones e implementación de proyectos.

En el caso de la cogeneración, visto desde el punto de vista de inversión privada, donde la tecnología parece estar desarrollada y ser eficiente, se presentan diversas barreras que impiden el crecimiento de este mercado. Por un lado se ha detectado la escasez de proyectistas, instaladores y mantenedores calificados, lo que genera problemas técnicos, que finalmente repercuten en la confianza que el usuario tiene sobre estas tecnologías. Por otro lado no hay conocimiento del potencial de la cogeneración en el país. Entre otras barreras se pueden identificar además la incertidumbre que existe en cuanto al suministro de gas natural, que es uno de los combustibles más utilizados en las instalaciones de cogeneración. A pesar de que en el caso presentado se evidencia un ahorro en los costos de energía, ocurre que la electricidad está subsidiada, con lo cual su costo es realmente bajo, no siendo un incentivo para la gran inversión inicial que puede representar un proyecto de estas características. Por último, existe una baja demanda de estos sistemas dado que existe un gran desconocimiento del mismo.<sup>84</sup>

En definitiva, a pesar de los beneficios que pueden alcanzarse con las tecnologías propuestas en este estudio, existen barreras significativas que deben resolverse previo a que sea factible su implementación. Para esto es necesaria la participación activa de los gobiernos nacional y local para fomentar la utilización de las nuevas tecnologías y para definir la implementación de proyectos sociales con el fin de mejorar la calidad de vida de los ciudadanos y del ambiente natural. Buenos Aires no solo no es una ciudad inteligente sino que además, en este contexto, no será posible una transformación en el mediano plazo.

Por otro lado, se destaca que en base a este estudio sobre las ciudades inteligentes y las posibilidades que ofrecen a Buenos Aires, se abren nuevas ramas de investigación. Como por ejemplo resulta interesante el desarrollo detallado de cada una de las soluciones que se han presentado, como es el caso de las *smart grids*. También podrían evaluarse las posibilidades que no se han profundizado en este estudio como podrían ser las inversiones que serían necesarias para la transformación del sistema de salud en un sistema inteligente, o para la generación de espacios verdes públicos.

---

<sup>84</sup> Fuente: La cogeneración en Argentina.

[http://www.tech4cdm.com/uploads/documentos/documentos\\_La\\_Cogeneracion\\_en\\_Argentina\\_0148b7c2.pdf](http://www.tech4cdm.com/uploads/documentos/documentos_La_Cogeneracion_en_Argentina_0148b7c2.pdf)

## BIBLIOGRAFÍA

- World population highlights. Population bulletin. Population reference bureau. Estados Unidos. 2008
- Helping CIOs understand “smart city” initiatives. D. Washburn. Forrester Research. Estados Unidos. 2010
- Una visión sobre ciudades más inteligentes. S. Dirks. IBM Institute for Business Value. Estados Unidos. 2009
- II Jornada de Clusters Urbanos. Sesión 2: Las ciudades. España. 2008.
- World urbanization prospects. The 2007 revision. United Nations. Department of Economic and Social Affairs. Estados Unidos. 2008
- World urbanization prospects. The 2007 revision. Database. United Nations. Department of Economic and Social Affairs. Estados Unidos. 2008
- Ciudades inteligentes para un perfil del futuro. [www.gestionurbana.es](http://www.gestionurbana.es)
- Las tecnologías “smart cities” reducen el gasto de los municipios y mejoran la eficiencia. [www.econoticias.com](http://www.econoticias.com)
- Ciudades digitales: la administración pública. <http://www.microsoft.com/spain/aapp/articulos/ciudades.msp#top>
- Ciudades inteligentes, los modelos del futuro. <http://observadorglobal.com/ciudades-inteligentes-los-modelos-del-futuro-n5568.html>
- Inteligencia sostenible de las ciudades del futuro. La importancia de la política. <http://www.expansion.com/2010/02/28/empresas/1267394724.html>
- Ciudades inteligentes y del conocimiento: alardes virtuales y atributos reales. <http://www.gobiernoelectronico.org/node/5193>
- Ciudades inteligentes y verdes. [http://www.reporteenergia.com/noticias/index.php?option=com\\_content&view=article&id=75%3Aciudades-inteligentes-y-verdes&Itemid=62](http://www.reporteenergia.com/noticias/index.php?option=com_content&view=article&id=75%3Aciudades-inteligentes-y-verdes&Itemid=62)
- Energy generation and distribution efficiency. [http://www.eesi.org/generation\\_distribution](http://www.eesi.org/generation_distribution)
- Agua inteligente para un mundo más inteligente.

- <http://www.ibm.com/smarterplanet>
- Un mandato para el cambio es un mandato inteligente.  
<http://www.ibm.com/smarterplanet>
- Una nueva escuela de pensamiento para un mundo más inteligente.  
<http://www.ibm.com/smarterplanet/ar/es/overview/visions/index.html>
- Una nueva inteligencia para un mundo más inteligente.  
<http://www.ibm.com/smarterplanet/ar/es/overview/visions/index.html>
- Diagnóstico para un mundo más inteligente.  
<http://www.ibm.com/smarterplanet/ar/es/overview/visions/index.html>
- Temas relevantes de gestión urbana.  
<http://habitat.aq.upm.es/iah/cepal/a005.html>
- <http://www.gtlic.upm.es>
- Cómo construir una “ciudad inteligente” en Argentina.  
<http://www.gobiernoelectronico.org/node/5189>
- A fondo: RFID en logística. RFID Magazine. Rosa Bergés  
[www.idg.es/computerworld/Tecnologia-para-reducir-el-numero-de-accidentes-/seccion-factor/noticia-90455](http://www.idg.es/computerworld/Tecnologia-para-reducir-el-numero-de-accidentes-/seccion-factor/noticia-90455)
- Sistemas de seguridad y vigilancia mediante cámaras.  
[http://www.camarasip.cl/sistema\\_de\\_seguridad\\_mediante\\_camaras.html](http://www.camarasip.cl/sistema_de_seguridad_mediante_camaras.html)
- Telefonía 4G, la nueva evolución de la tecnología celular.  
[http://www.tendencias21.net/Tecnologia-4G-la-nueva-evolucion-de-la-telefonía-celular\\_a4423.html](http://www.tendencias21.net/Tecnologia-4G-la-nueva-evolucion-de-la-telefonía-celular_a4423.html)
- Concepto de tecnologías de la información y las comunicaciones.  
<http://www.gtlic.ssr.upm.es/demo/curtic/1tl101.htm>
- Ventajas y desventajas del uso de la fibra en internet. H. Zabaleta M.
- La fibra óptica como medio de transmisión.  
<http://www.platea.pntic.mec.es/~lmarti2/optral/cap2/fibra-9.htm>
- Sistemas de comunicación por fibra óptica. D. Grosz. CSI Boletín 51
- La tecnología de la información y la comunicación (TIC). Su uso como herramienta para el fortalecimiento y el desarrollo de la educación virtual. J. Rosario.
- Impacto de las tecnologías de la información en la salud de la población. Institut Borja de Bioetica. 2005
- Las empresas aumentan su productividad gracias al teletrabajo. 2010.

- <http://www.idg.es/computerworld/Las-empresas-aumentan-su-productividad-gracias-al-/seccion-factor/noticia-91508>
- Tecnología para reducir el número de accidentes. 2010  
<http://www.idg.es/computerworld/Tecnologia-para-reducir-el-numero-de-accidentes-/seccion-factor/noticia-90455>
  - Controlan el tráfico en tiempo real mediante teléfonos móviles y GPS.  
[http://www.tendencias21.net/Controlan-el-tráfico-en-tiempo-real-mediante-teléfonos-móviles-y-GPS\\_a2088.html](http://www.tendencias21.net/Controlan-el-tráfico-en-tiempo-real-mediante-teléfonos-móviles-y-GPS_a2088.html)
  - Los nuevos semáforos inteligentes para la ciudad de Panamá. 2003.  
<http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=261419>
  - MOPT asegura que recuperó el control de los semáforos inteligentes en la capital. 2010. <http://www2.prensalibre.cr/pl/nacional/25744-mopt-asegura-que-recupero-control-de-semaforos-inteligentes-en-la-capital.html>
  - Los semáforos inteligentes reducen la contaminación y agilizan el tráfico. 2008  
<http://www.laflecha.net/canales/ciencia/noticias/los-semaforos-inteligentes-reducen-la-contaminacion-y-agilizan-el-trafico>
  - Expertos aseguran que el uso de las TIC en la gestión de aguas reduce un 15% las pérdidas. <http://www.portaltic.es/sector/noticia-expertos-aseuran-uso-tic-gestion-aguas-reduce-15-perdidas-20100521100215>
  - European smart grids technology platform. European Commission. 2006.
  - The smart grid: an introduction. US Department of Energy.  
[www.energy.gov](http://www.energy.gov)
  - IBM trabaja en baterías de coche eléctrico con recargas para llegar a una autonomía de 800 kilómetros  
<http://infoluna.com/not/374/ibm-trabaja-en-baterias-de-coche-electrico-con-recargas-para-llegar-a-una-autonomia-de-800-kilometros/>
  - Green Sigma IBM.  
[http://www935.ibm.com/services/uk/bcs/pdf/ibm2216\\_02\\_green\\_sigma\\_final.pdf](http://www935.ibm.com/services/uk/bcs/pdf/ibm2216_02_green_sigma_final.pdf)
  - Soluciones de red metropolitana móvil de Cisco. Descripción general de la solución. [www.cisco.com](http://www.cisco.com)

- Cisco y Metrópolis colaboran para desarrollar ciudades inteligentes y sostenibles.  
[http://www.pcworldenespanol.com/pcwla2.nsf/noticias\\_de\\_it/61C38CEC8A85D19F852575790018A7B0](http://www.pcworldenespanol.com/pcwla2.nsf/noticias_de_it/61C38CEC8A85D19F852575790018A7B0)
- La ciudad del futuro. <http://www.elmundoenpositivo.com>
- Ciudades inteligentes. Uoc Papers: revista de la sociedad del conocimiento. Universidad de Cataluña. W. Mitchell. 2007  
<http://cities.media.mit.edu/>
- Mobility on demand. MIT Media Laboratory. 2008
- <http://cities.media.mit.edu/>
- [www.betterplace.com](http://www.betterplace.com)
- [www.ft.com](http://www.ft.com)
- La Unión europea pule su estrategia energética.  
<http://www.eurogersinfo.com/espagne/actes1708.htm>
- Una Agenda Digital para Europa. 2010.  
<http://cdecomunidaddemadrid.wordpress.com/2010/05/20/una-agenda-digital-para-europa/>
- Europa potenciará las ciudades "inteligentes y ecológicas". Ambrojo. Barcelona.2010  
[http://www.elpais.com/articulo/tecnologia/Europa/potenciara/ciudades/inteligentes/ecologicas/elpeputec/20100524elpeputec\\_8/Tes](http://www.elpais.com/articulo/tecnologia/Europa/potenciara/ciudades/inteligentes/ecologicas/elpeputec/20100524elpeputec_8/Tes)
- La Unión europea pule su estrategia energética.  
<http://www.eurogersinfo.com/espagne/actes1708.htm>
- European Commission [http://ec.europa.eu/information\\_society](http://ec.europa.eu/information_society)
- Revista Forbes versión digital  
[http://www.forbes.com/2009/12/03/infrastructure-economy-urban-opinions-columnists-smart-cities-09-joel-kotkin\\_2.html](http://www.forbes.com/2009/12/03/infrastructure-economy-urban-opinions-columnists-smart-cities-09-joel-kotkin_2.html)
- The World's Smartest Cities. Joel Kotkin. 2009  
<http://www.forbes.com/2009/12/03/infrastructure-economy-urban-opinions-columnists-smart-cities-09-joel-kotkin.html>
- Curitiba Inteligente  
<http://www.imagdisenourbano.blogspot.com/2009/01/Lecciones-de-curitiba.html>

- Curitiba una experiencia continua en soluciones de transporte. C. Pinheiro Junior. 2005 [www.planum.net](http://www.planum.net)
- Urbanismo sostenible: Curitiba. 2009. <http://www.buenanota.org>
- Monterrey ES La cuarta ciudad más inteligente. 2009. <http://www.milenio.com/node/334456>
- El sistema de transporte de Curitiba en Brasil: un ejemplo de diseño universal dentro de las economías en desarrollo. V. de Lima Camisao Costa. [http://www.disabilityworld.org/01-02\\_01/spanish/acceso/curitiba.htm](http://www.disabilityworld.org/01-02_01/spanish/acceso/curitiba.htm)
- La revolución del transporte en Curitiba: el hombre antes que el auto. C. R. dos Santos. <http://www.tierramerica.net/ciudades/curitiba.shtml>
- Amsterdam ciudad en orden. S. Slager. <http://www.presseurop.eu/es/content/article/140791-amsterdam-una-ciudad-en-orden>
- Amsterdam quiere ser ciudad inteligente. <http://www.ladyverd.com/articulo/1030/amsterdam-quiere-ser-ciudad-inteligente.htm>
- <http://www.amsterdamsmartcity.nl>
- Telefónica I+D lidera Smartsantander, primer proyecto europeo de ciudad inteligente. 2010 <http://boletin-fh.tid.es/en/actualidad/noticias/smartsantander-proy-europa-ciudad-inteligente+>
- Santander será la primera ciudad inteligente de Europa gracias a Smartsantander. 2010. <http://www.empresaexterior.com/2010050629464/formación/Santander-sera-la-primer-ciudad-inteligente-de-europa-gracias-a-smartsantander.html>
- La Unión Europea quiere crear 30 'ciudades inteligentes' y liderar en desarrollo de energías limpias <http://blogs.tudiscovery.com/descubre-el-verde/2009/09/la-union-europea-quiere-crear-30-ciudades-inteligentes-y-liderar-en-desarrollo-de-energias-limpias-.html>
- <http://www.songdo.com/>

- Iniciativas de aire limpio en ciudades de Latinoamérica. Ing. H. Blot. Subsecretario de Tránsito y Transporte. Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires
- Programa de Construcción Sustentable de la ciudad de Buenos Aires: Cubiertas verdes para Buenos Aires. 2009. Ing. J. Rautenstrauch
- Buenos Aires 2030. Plan de acción contra el cambio climático. Capítulo 3.  
[http://www.buenosaires.gov.ar/areas/med\\_ambiente/apra/des\\_sust/pacc.php?menu\\_id=32408](http://www.buenosaires.gov.ar/areas/med_ambiente/apra/des_sust/pacc.php?menu_id=32408)
- Buenos Aires 2030. Plan de acción contra el cambio climático. Capítulo 4 Escenario 2030  
[http://www.buenosaires.gov.ar/areas/med\\_ambiente/apra/des\\_sust/pacc.php?menu\\_id=32408](http://www.buenosaires.gov.ar/areas/med_ambiente/apra/des_sust/pacc.php?menu_id=32408)
- Las inundaciones en la ciudad de Buenos Aires. Arq. O. Echevarría.  
<http://www.porlareserva.org.ar/InfoInundacionesCABA.htm>
- <http://www.buenosaires2020.gob.ar>
- Conclusiones del quinto taller. <http://www.buenosaires2020.gob.ar>
- Conclusiones del sexto taller. <http://www.buenosaires2020.gob.ar>
- Documento de Devolución del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires. Primera fase. 2009. <http://www.buenosaires2020.gob.ar>
- <http://www.plandemovilidad.gob.ar/>
- <http://www.mejorenbici.gob.ar/index.php?id=1>
- Proyecto de Ley: Creación del sistema de control de tránsito inteligente. 2009 <http://www.danielamoroso.com.ar/admin/gestion/60.pdf>
- [http://www.universia.com.ar/portada/actualidad/noticia\\_actualidad.jps?noticia=12703](http://www.universia.com.ar/portada/actualidad/noticia_actualidad.jps?noticia=12703)
- Luz verde para los nuevos semáforos inteligentes. 2006.  
[http://www.lanacion.com.ar/nota.asp?nota\\_id=849986](http://www.lanacion.com.ar/nota.asp?nota_id=849986)
- [http://www.buenosaires.gov.ar/areas/med\\_ambiente/basura\\_cero/](http://www.buenosaires.gov.ar/areas/med_ambiente/basura_cero/)
- Agenda Digital Argentina. 2009.  
[www.cicomra.org.ar/cicomra2/asp/actividad-sb-n.asp?id\\_notas=116](http://www.cicomra.org.ar/cicomra2/asp/actividad-sb-n.asp?id_notas=116)
- [http://cai.mdebuenosaires.gov.ar/system/contenido.php?id\\_cat=77](http://cai.mdebuenosaires.gov.ar/system/contenido.php?id_cat=77)

- Inversión de 150.000 euros para el proyecto “Ciudad Digital” de Galicia. 2010 [http://www.laflecha.net/canales/wireless/noticias/inversion-de-150000-euros-para-el-proyecto-ciudad-digital-de-galicia?\\_xm=rss](http://www.laflecha.net/canales/wireless/noticias/inversion-de-150000-euros-para-el-proyecto-ciudad-digital-de-galicia?_xm=rss)
- Buenos Aires tiene su distrito tecnológico. [http://cai.mdebuenosaires.gov.ar/system/contenido.php?id\\_cat=77](http://cai.mdebuenosaires.gov.ar/system/contenido.php?id_cat=77)
- La cogeneración su clave para el ahorro de energía. [www.spiraxsarco.com/es](http://www.spiraxsarco.com/es)
- Análisis técnico económico sobre cogeneración aplicado al edificio de la Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Santa Fe. A. J. Cozzi. Revista Ciencia e Ingeniería. Vol. 24 No. 2 2003
- Sistema de transporte público de bicicletas para la Ciudad de Buenos Aires. Ley 2586. 2008. <http://www.ligadelconsorcista.org/node/2736>
- <http://www.sbase.com.ar/es/>
- Decreto 0140/2007. Boletín Oficial Número 31.309, lunes 24 de diciembre 2007, pp.4-6
- Diseñan en Uruguay semáforos inteligentes para ayudar a descongestionar el tránsito. 2008.
- Proyecto de Ley: creación de un sistema de control de tránsito inteligente. 2009. <http://www.danielamoroso.com.ar/admin/gestion/60.pdf>
- La cogeneración en Argentina. [http://www.tech4cdm.com/uploads/documentos/documentos\\_La\\_Cogeneracion\\_en\\_Argentina\\_0148b7c2.pdf](http://www.tech4cdm.com/uploads/documentos/documentos_La_Cogeneracion_en_Argentina_0148b7c2.pdf)