



Smart Cities: Un enfoque práctico sobre una metrópolis y auditoría en Lima (Perú)

Autor: José Manuel Castillo Cara

Consultor: Eduard Marco i Galindo

Ingeniería Informática

8 de Enero de 2015

Yo, **José Manuel Castillo Cara**, hago constar que soy el autor del siguiente Trabajo Final de Carrera con título **Smart Cities: Un enfoque práctico sobre una metrópolis y auditoría en Lima (Perú)** , en todos sus aspectos para la evaluación del mismo y declarando explícitamente que es el autor último de todo el material presentado, expresando en cada momento las referencias del material de apoyo utilizado, así como resaltando las citas textuales de otros autores.

Firma



Smart Cities: Un enfoque práctico sobre una metrópolis y auditoría en Lima (Perú) by José Manuel Castillo Cara is licensed under a [Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Agradecimientos

Ph. D. Enrique Arias Antúnez:
Experientia docet et Homines,
dum docent, discunt.

Familia: Nemo patriam quia
magna est amat, sed quia sua

Madre/Padre: Honestae vivere,
naeminem laedere et jus sum
cuique tribuere

Eduard Marco i Galindo: Scientia
et labor

ÍNDICE GENERAL

DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO.....	13
RESUMEN DEL PROYECTO.....	15
METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	17
OBJETIVOS.....	21
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN AL CONCEPTO DE SMART CITY.....	23
1.1. ¿Por que surgen las Smart Cities?.....	24
1.2. Hablando de Smart Cities: Concepto y contexto.....	25
1.3. Áreas de una Smart City.....	26
1.3.1. Gestión, organización y gobernanza.....	27
1.3.2. Personas y comunidad.....	27
1.3.3. Economía.....	28
1.3.4. Tecnología.....	28
1.3.5. Servicios, industria y medioambiente.....	28
1.4. Procesos técnicos de una Smart City.....	29
1.4.1. Recolección de datos.....	30
1.4.2. Transmisión de datos.....	33
1.4.3. Almacenamiento y depuración de los datos.....	34
1.4.4. Plataforma de gestión de servicios.....	36
1.4.5. Servicios para una Smart City.....	37
1.5. Resumen.....	38
CAPÍTULO II: EL ENTORNO DE UNA SMART CITY.....	41
2.1. Conceptos de referencia.....	42
2.1.1. Dimensiones inteligentes.....	42
2.1.2. Fuerzas Habilitadoras.....	45
2.2. Agentes involucrados dentro de una Smart City.....	47
2.2.1. Ayuntamientos.....	47
2.2.2. Consultoras TIC.....	48
2.2.3. Integradores TIC.....	48
2.2.4. Proveedores de aplicaciones.....	49
2.2.5. Operadores de telecomunicaciones.....	49
2.2.6. Utilities.....	50
2.2.7. Constructoras.....	51
2.3. Proveedores dentro de un Smart City.....	51
2.3.1. Proveedores de infraestructuras de comunicación.....	51
2.3.2. Proveedores que prestan servicios.....	52
2.3.3. Proveedores del servicio completo.....	52
CAPÍTULO III: EJEMPLOS DE SMART CITIES.....	53
3.1. Políticas de actuación europea.....	54

3.2. Estudio de ciudades “Smart”.....	57
3.3. Málaga.....	58
3.3.1. Conclusiones.....	65
3.4. Santander.....	67
3.4.1. Conclusiones.....	71
CAPÍTULO IV: NORMAS NACIONALES E INTERNACIONALES EXISTENTES.....	73
4.1. La necesidad de estandarizar y sus indicadores de desempeño.....	74
4.2. Estándar internacional ISO.....	75
4.2.1. ISO 9000.....	76
4.2.2. ISO 14000.....	76
4.2.3. ISO/TC 268.....	77
4.2.4. ISO 37101.....	78
4.2.5. ISO 37120.....	78
4.2.6. ISO/TR 37150.....	80
4.3. Estándar nacional AENOR.....	81
CAPÍTULO V: INDICADORES GLOBALES DE UNA SMART CITY.....	85
5.1. Áreas de principales de evaluación.....	86
5.2. Organizaciones KPI's y sus indicadores.....	87
5.3. Indicadores de desempeño seleccionados.....	88
5.3.1. Medioambiente.....	89
5.3.2. Infraestructura.....	91
5.3.3. Gobierno.....	92
5.3.4. Economía.....	92
5.3.5. Ciudadanía.....	93
5.3.6. Gestión y Organización.....	94
CAPÍTULO VI. EVALUACIÓN Y AUDITORÍA DE KPI'S SOBRE LIMA.....	95
6.1. Situación Actual.....	96
6.2. Indicadores de desempeño en Lima.....	97
6.2.1. Medioambiente.....	98
6.2.2. Infraestructura.....	102
6.2.3. Gobierno.....	105
6.2.4. Economía.....	106
6.2.5. Ciudadanía.....	108
6.2.6. Gestión y Organización.....	110
GLOSARIO TECNOLÓGICO.....	117
ANEXO I. INDCADORES DE DESEMPEÑO.....	123
ANEXO II. INDICADORES DE DESEMPEÑO SOBRE LIMA.....	125

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Conceptos de una Smart City. Fuente: Chourabi et al.....	27
Ilustración 2: Proceso tecnológico de una Smart City. Fuente: Fundación Telefónica.....	30
Ilustración 3: Etiqueta RFID. Fuente: Edubooks.....	32
Ilustración 4: Waze smartphone application. Fuente: Waze.....	33
Ilustración 5: Sistema Operativo Urbano. Fuente: Plataforma Arquitectura.....	37
Ilustración 6: Gestión de una Smart City a través de las TIC. Fuente: HITACHI.....	39
Ilustración 7: Ecosistema de Smart City. Fuente: IDC.....	42
Ilustración 8: Marco de las ciudades inteligentes. Fuente: IDC.....	46
Ilustración 9: Proveedores tecnológico de una Smart City. Fuente: Fundación Telefónica.....	51
Ilustración 10: Topología de la red de comunicaciones. Fuente: SmartCity Málaga.....	60
Ilustración 11: Telegestión. Fuente: Endesa.....	61
Ilustración 12: Todos los sistemas implementados. Fuente: SmartCity Málaga.....	63
Ilustración 13: Indicadores, Objetivos y Macroobjetivos. Fuente: SmartCity Málaga.....	64
Ilustración 14: Infraestructura de SmartSantander. Fuente: SmartSantander.....	68
Ilustración 15: Estructura de la Normalización de una Ciudad Inteligente. Fuente: AENOR.....	82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Áreas de investigación en Tecnologías de la Información y Comunicación.....	55
Tabla 2: Áreas de investigación en energía.....	56
Tabla 3: Áreas de investigación en e-Servicios.....	56
Tabla 4: Indicadores para Edificios Inteligentes. Fuente: GCI / ISO 37120.....	88
Tabla 5: Indicadores para Gestión de los Recursos. Fuente: GCI / ISO 37120.....	89
Tabla 6: Indicadores para la Planificación Urbanística Sostenible. Fuente: GCI / ISO 37120.....	90
Tabla 7: Indicadores para Transporte Eficiente. Fuente: GCI / ISO 37120.....	90
Tabla 8: Indicadores para acceso Multi-modal. Fuente: GCI / ISO 37120.....	90
Tabla 9: Indicadores para Infraestructura Tecnológica. Fuente: GCI / ISO 37120.....	90
Tabla 10: Indicadores para Infraestructura de Conexión:. Fuente: GCI / ISO 37120.....	91
Tabla 11: Indicadores para Servicios Online. Fuente: GCI / ISO 37120.....	91
Tabla 12: Indicadores para Open Government. Fuente: GCI / ISO 37120.....	91
Tabla 13: Indicadores para Emprendimiento e Innovación. Fuente: GCI / ISO 37120.....	92
Tabla 14: Indicadores para Productividad. Fuente: GCI / ISO 37120.....	92
Tabla 15: Indicadores para Conexión Local y Global. Fuente: GCI / ISO 37120.....	92
Tabla 16: Indicadores para Franja de edad. Fuente: GCI / ISO 37120.....	92
Tabla 17: Indicadores para Inclusión. Fuente: GCI / ISO 37120.....	92
Tabla 18: Indicadores para Educación. Fuente: GCI / ISO 37120.....	93
Tabla 19: Indicadores para Creatividad. Fuente: GCI / ISO 37120.....	93
Tabla 20: Indicadores para Cultura y Bienestar. Fuente: GCI / ISO 37120.....	93
Tabla 21: Indicadores para Seguridad. Fuente: GCI / ISO 37120.....	93
Tabla 22: Indicadores para Sanidad. Fuente: GCI / ISO 37120.....	93
Tabla 23: Valores para indicadores sobre Edificios Inteligentes.....	97
Tabla 24: Valores para indicadores sobre Gestión de los Recursos.....	98
Tabla 25: Valores para indicadores sobre Planificación Urbanística Sostenible.....	100
Tabla 26: Valores para indicadores sobre Transporte Eficiente.....	101
Tabla 27: Valores para indicadores sobre Multi-modal.....	101
Tabla 28: Valores para indicadores sobre Infraestructura Tecnológica.....	102
Tabla 29: Valores para indicadores sobre Infraestructura de Conexión.....	103
Tabla 30: Valores para indicadores sobre Servicios Online.....	104
Tabla 31: Valores para indicadores sobre Open Government.....	105
Tabla 32: Valores para indicadores sobre Emprendimiento e Innovación.....	105
Tabla 33: Valores para indicadores sobre Productividad.....	106
Tabla 34: Valores para indicadores sobre Conexión Local y Global.....	107
Tabla 35: Valores para indicadores sobre Franja de edad.....	107
Tabla 36: Valores para indicadores sobre Inclusión.....	108
Tabla 37: Valores para indicadores sobre Educación.....	109
Tabla 38: Valores para indicadores sobre Creatividad.....	109
Tabla 39: Valores para indicadores sobre Cultura y Bienestar.....	110
Tabla 40: Valores para indicadores sobre Seguridad. Fuente.....	111
Tabla 41: Valores para indicadores sobre Sanidad.....	111

DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO

Las *Smart Cities* son, más que una realidad, una necesidad. Hay que tener en cuenta que las ciudades del futuro albergarán la mayor parte de la población del planeta, generando gran cantidad de movimiento artístico, cultural, social y económico; pero a la vez consumiendo gran cantidad de recursos y generando cantidades ingentes de residuos y de emisiones de gases de efecto invernadero.

En ese contexto de futuro, las *Smart Cities*, suponen una gran oportunidad para gestionar de manera más eficiente los recursos, y en las que las Tecnologías de la Información y la Comunicación juegan un papel fundamental en todos los ámbitos: servicios públicos con administración electrónica, gestión del suministro y consumo de energía o de agua, mejora del transporte y la movilidad, seguridad ciudadana y protección civil, gobierno de la ciudad, etc.

En el ámbito de este proyecto, adquieren gran importancia diferentes tecnologías que han de confluir en torno a un conjunto de aplicaciones que impacte de manera directa en la manera que los pobladores de una ciudad interactúan con ésta.

Una cuestión importante relativa a las Ciudades Inteligentes, es conocer, por ejemplo cómo es una ciudad, qué necesidades tiene, qué necesidades se quieren cubrir de una manera inteligente, cuál es el grado de compromiso de las administraciones o cómo de implicados van a estar los ciudadanos.

Por tanto, las *Smart Cities* más que una realidad son una necesidad. Están surgiendo muchas iniciativas a nivel mundial, pero son eso, iniciativas a las que les queda un largo recorrido. Sólo basta echar un vistazo a las líneas de actuación de la Unión Europea en torno al nuevo programa de investigación comunitario, Horizonte 2020. Estos programas suelen dedicar muchos esfuerzos a la aplicación de las *TIC's* a reducir los efectos producidos por exceso de consumo energético y sus efectos: monitoriza-

ción en tiempo real del consumo, gestión de tráfico para reducir emisión de gases de efecto invernadero, etc. Sin embargo surgen informes internacionales como “*Smart Cities: un primer paso hacia la Internet de las cosas*” en los que la definición de Ciudad Inteligente se lleva más lejos y que incluye en la definición de la misma seguridad ciudadana, salud, educación y comercio electrónico. En resumen, no existe gran consenso en cuanto a lo que significa *Smart City* más allá de considerar la manera de gestionar la ciudad de manera que la haga más sostenible, habitable, eficiente, etc.

Por todo lo anterior se desprende que en diferentes ámbitos considerados en las múltiples definiciones de Ciudad Inteligente se están llevando iniciativas en el área de estandarización (desde la *International Organization for Standardization* se ha iniciado la *ISO/TC 268*, así como estableciendo otras normativas como la *ISO 37101*, la *ISO 37120* o la *ISO/TR 37150*). También es destacable el esfuerzo realizado por la *Global City Indicators Facility* en la propuesta y generación de indicadores y métricas que permitan valorar el alcance de los esfuerzos de los gobiernos, por lo general municipales, hacia una ciudad inteligente.

Desde el punto de vista de interoperabilidad destacan los esfuerzos realizados por las iniciativas *FI-WARE*. Para el análisis de *Big Data* han adquirido gran auge el modelo *Map-Reduce* y más concretamente la implementación de dicho modelo en *Hadoop*, este último también implementado bajo *FI-WARE*.

Paralelamente al campo de la investigación y la tecnología, cada vez más ciudades se suman al carro de las ciudades inteligentes en diferentes iniciativas como la *Smarter Cities Challenge* promovido por *IBM*, o *SmartCities* de *IEEE*, la Red Española de Ciudades Inteligentes (*RECI*), y un gran sinfín.

RESUMEN DEL PROYECTO

Existen una gran amplitud de subtemas ligados a las *Smart Cities* y cómo realizar su desarrollo de forma sostenible y sensata para una ciudad. Uno de los temas en los que se está trabajando y en los que podemos ver que es principal objetivo de cualquier proyecto de *I+D+i* y empresarial es la seguridad ciudadana y vial entre otras muchas más ramas. La seguridad ciudadana y vial es uno de los pilares fundamentales de la ciudad del futuro o ciudad inteligente (*Smart City*). Pero al igual que muchos muchos otros temas involucrados en *Smart Cities*, se carece de regulación y sobre todo de aplicaciones inteligentes que beneficien al bienestar de las personas que habitan dicha ciudad. Para ello se tendrán en cuenta varios aspectos: Seguimiento de personas en entornos seguros, suponiendo un gran impacto directo en el desarrollo de zonas turísticas ya que los turistas son guiados y monitorizados en todo momento por rutas seguras. Además se posibilitaría el encendido y apagado del alumbrado público sabiendo que hay o no personas en las inmediaciones y ya no solo abarca estos aspectos sino también el tipo de *LED* utilizados, zonas de cobertura, reen-caminamiento de personas con discapacidad e interacción directa con la aplicación inteligente, es decir, las personas con discapacidad en cuestión de movilidad serán guiados por aquellas rutas seguras y accesibles. En el caso de que exista algún problema de accesibilidad. Prevención en temas de violencia de género con proyectos muy interesantes con seguimiento a través de *GPS* u otros mecanismos de localización a dichas personas con alertas de proximidad. Detección de patrones de movimiento de masas, permitiendo a las autoridades reforzar ciertas zonas desde el punto de seguridad ciudadana cuando exista gran cantidad de gente en dicha zona. Privacidad de las personas monitorizadas.

Como se está describiendo en todo este documento, podemos observar una gran am-

plitud sobre lo que engloba a los servicios de las ciudades inteligentes y como hemos comentado no hay ninguna estandarización ni regulación. Es por ello que se analizará muy diferentes aspectos sobre qué entendemos y como surgió el concepto de *Smart Cities* que deriva de la gestión y ahorro energético.

Realizaremos un análisis exhaustivos de ejemplos de *Smart Cities* que existen en los diferentes informes proporcionados intentando ver la aplicación práctica de cómo implementar los indicadores en estos entornos, además de ver que áreas y agentes se encuentran detrás de ellas como sustento de la importancia de su implementación en las ciudades modernas.

Por último y analizando todas estas métricas diferentes realizaremos el caso práctico sobre nuestra ciudad analizando exhaustivamente que componentes tenemos según las diferentes métricas e indicadores y que componentes faltaría para poder ser una ciudad "smart". Debido a la inviabilidad de realizar un estudio sobre toda la ciudad de Lima, dicho estudio se centrará en los barrios que actualmente tienen alguna dotación del concepto de *Smart Cities*. Además se intentará analizar exhaustivamente las iniciativas más reales por intentar estandarizar este concepto como son a través de *ISO 2013* y *AMETIC*.

Debido a la limitación en cuanto al contenido del trabajo, no se ha podido exponer las nuevas propuestas de la Unión Europea y su nueva iniciativa de trabajo sobre una plataforma común como *FI-WARE* que abarca diferentes trabajos que no solamente es del concepto de *Smart Cities*, aunque para quién quiera seguir con el concepto trabajado es de gran importancia su conocimiento.

METODOLOGÍA DE TRABAJO

Teniendo en cuenta los puntos anteriormente resumidos sobre el concepto generalista de este proyecto, se procederá a plantear lo que cubriría todos los aspectos anteriores en la temática de “Análisis y evaluación de las ciudades inteligentes” según los siguientes puntos:

1. ¿Qué y por qué surgen el concepto de *Smart Cities*? Como hemos estado describiendo a lo largo del trabajo, dicho concepto surge a través de mejorar gestión energética en las ciudades. Esto ha supuesto que vaya integrándose términos transversales a este concepto realizando una ampliación de la definición. Repasaremos entonces el concepto de *Smart Cities*.
2. ¿Que temas se tratan por *Smart Cities*? Realizaremos un recorrido ampliando todos los temas que hemos descrito en los puntos anteriores profundizando ampliamente en cada uno de ellos y las estrategias llevadas a cabo en materia de investigación, desarrollo e innovación (*I+D+i*).
3. Ejemplos de *Smart Cities*. Se analizarán diferentes artículos y revistas que analizan diferentes ciudades en el ámbito nacional (España) de manera que podremos observar qué aspectos son relevantes en la medición y cómo se realiza. Se han escogido las dos ciudades mas relevantes, uno con una fuerte implicación en la eficiencia energética como Málaga y la otra dedicada a la infraestructura TIC y servicios como Santander. Las dos son grandes referencia a nivel europeo y mundial.
4. Normativas existentes. Como se ha comentado no existe una estandarización sobre el tema pero si que hay varios intentos por generar normativas sobre este tema. Por tanto, se presentarán dos iniciativas internacionales *ISO[1]* y *BSI[2]* y la iniciativa española liderada por *AENOR[3]*.

5. Indicadores globales de lo que supone una *Smart Cities*. Repasaremos las principales métricas que existen para evaluar una ciudad y catalogarla como "*Smart*". Ya se ha comentado que existen muchas diferentes métricas, indicadores y normativas por lo que nos centraremos en las más importantes para poder realizar la evaluación de una ciudad, como la *Global City Indicators Facility* y la *ISO 37120:2014* escogiendo los indicadores mas importante para un análisis primario en una ciudad.
6. Utilizando los indicadores citados en el punto 4, realizar un trabajo de auditoría del barrio de Miraflores de la ciudad de Lima.

Por todo lo que desprenden el índice de trabajo a desarrollar deberemos de tener los siguientes puntos a evaluar. Comentar que dichos puntos han sido obtenido del informe *Smart Cities* de *AMETIC*.

1. En primer lugar, es necesario caracterizar la ciudad. Conocer sus fortalezas y debilidades, su perfil sociológico y demográfico, sus necesidades más perentorias y cómo éstas van a evolucionar en el futuro.
2. Una vez caracterizada la ciudad, hay que decidir qué *Smart City* se desea tener. Por ejemplo, una ciudad con una población que envejece rápidamente podría priorizar los servicios socio-sanitarios de la *Smart City*. Una ciudad con un consumo energético muy ineficiente podría priorizar los servicios de energía. En resumen, se trata de seleccionar los servicios de mayor interés para la ciudad, y comenzar a trabajar en ellos.
3. La transformación de una ciudad en *Smart City* es un proceso largo. Por ello, antes de iniciar esta transformación es necesario disponer de un compromiso firme por parte de todas las administraciones y fuerzas políticas que podrían gestionar la ciudad a lo largo del proceso.

4. La transformación de una ciudad en *Smart City* requiere de la participación de múltiples agentes privados. Hay que asegurar la adhesión y participación de todos ellos, desde empresas de suministro energético, servicios financieros o de transportes, hasta la sociedad civil.
5. La transformación de una ciudad en *Smart City* es un proyecto de inversión que requiere financiación. Esta financiación debe proceder tanto del ámbito público como del privado, pues las ganancias de eficiencia que se derivan de los servicios prestados por la *Smart City* alcanzan a ambas esferas.
6. La transformación de una ciudad en *Smart City* es un proyecto de gran envergadura que requiere la implicación de los ciudadanos. La comunicación ha de ser constante y consistente, y la transformación ha de ser vista por todos los habitantes de la ciudad como un proyecto común y de gran alcance.
7. La transformación de una ciudad en *Smart City* es un proceso lento, no obstante el plan de proyecto ha de incluir algún logro intermedio que permita que los agentes de la ciudad accedan a algunos de los beneficios de la *Smart City* en el menor plazo posible.
8. Los responsables del proyecto de transformación han de seleccionar soluciones y estándares abiertos, huyendo de soluciones propietarias y cerradas que puedan comprometer el futuro de las inversiones que se realicen.
9. En general, y salvo para la realización de pruebas piloto, es conveniente minimizar el riesgo tecnológico en el desarrollo de proyectos innovadores en el ámbito de las *Smart Cities*.
10. Todo proyecto requiere un conjunto de indicadores y métricas, de seguimiento y de impacto, que permita medir tanto el avance del mismo como sus resultados.

OBJETIVOS

El desarrollo en las tecnologías informáticas ubicuas inteligentes vienen posibilitando el desarrollo de Ciudades Inteligentes, cuyo objetivo último es ofrecer servicios de valor añadido a los ciudadanía teniendo siempre en cuenta la sostenibilidad ambiental y económica. Lo que más distingue una ciudad inteligente de una ciudad tradicional es el vínculo que establece con sus ciudadanos. En una ciudad inteligente, las autoridades y empresas pueden proporcionar servicios adaptados a las constantes transformaciones económicas, culturales y sociales que caracterizan a la sociedad del Siglo XXI.

Por tanto podemos enumerar los siguientes objetivos:

1. Conocer que es la eficiencia energética y cómo se consigue.
2. Saber como surgen el concepto de *Smart Cities*.
3. Conocer y estudiar diferentes ciudades que tengan un porcentaje elevado de este concepto.
4. Estudiar los indicadores globales de evaluación de una ciudad.
5. Realizar un trabajo de auditoría y diferentes métricas que existen.
6. Evaluar una zona de la ciudad de *KPI's* y auditorías.
7. Resumir las normativas más importante en el ámbito nacional e internacional.
8. Conocer y aplicar las diferentes normas de estandarización nacionales e internacionales como la Norma *ISO 37101*, Sistema de Gestión y la Norma *ISO 37210*, Indicadores globales para ciudades, servicios urbanos y calidad de vida y conocer las normativas nacionales sobre *Smart Cities*.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN AL CONCEPTO DE *SMART CITY*

Este primer capítulo se tratarán los conceptos generales de las *Smart Cities*, como es su definición y el por qué de su importancia en las ciudades del Siglo XXI. Para ello, además de conocer el concepto general y el contexto en el que se aplica, definiremos cuáles son los agentes más importantes involucrados como la movilidad, personas, economía, familias y los servicios e industria.

Finalmente se realizará un repaso sobre cuáles son los procesos técnicos para conseguir una *Smart City*; desde la recopilación de los datos hasta los servicios que pueden ser derivados de ellas.

1.1. ¿Por que surgen las *Smart Cities*?

Son muchos los conceptos que están ligados a una *Smart City* como hemos descrito en todos los puntos introductorios de este documento. Conceptos como movilidad, desarrollo industrial y de servicios, mejorar la macroeconomía y microeconomía... Pero ¿como surgen? o ¿por que surgen las *Smart Cities*?

En un informe de las Naciones Unidas[4] alerta del aumento de la población y el deterioro de los recursos naturales. Este hecho puede provocar que estos recursos sean extinguidos si no se crea una línea de investigación y actuación que nos ayude a controlarlos y mejorar la capacidad de producción de manera sostenible y eficiente.

Migraciones masivas de personas de zonas rurales a ciudades, derroche de energía y recursos naturales en alerta de extinción, son los tres puntos principales de actuación de las *Smart Cities* para mejorar la vida política y social que, en sí, son los grandes retos de sostenibilidad de la sociedad. Tecnología, conectividad, innovación y el desarrollo de “*Internet of Things*” se puede decir que han sido los pilares fundamentales para proceder a implementar ciudades mas sostenibles y con mayor calidad de vida.

Siguiendo con el informe de las Naciones Unidas[4], para el año 2050 entre el 70% y 75% de la población mundial vivirá en ciudades. Este aspecto está suponiendo que los recursos naturales se estén agotando de forma progresiva y constante y que exista un gran déficit en cuanto a la efectividad y eficiencia de estos. Además del consumo de energía que supone estas migraciones, y estrechamente relacionado con él, encontramos que la polución y contaminación de estas zonas se estará incrementando en un 70% del total de emisiones mundiales de CO₂ a niveles globales.

Además, este crecimiento de la población llevará a un aumento exponencial del consumo de alimentos, energía y agua, recursos indispensables y naturales para mantener un estado de la sociedad tal y como la conocemos hoy en día. Este aumento expo-

nencial, tanto de la población como de los recursos naturales, ha ocasionado que las ciudades y la sociedad tenga que desarrollar nuevos hábitos de optimización con el objetivo de ser autosuficientes para poder seguir con un desarrollo sostenible, intentando revertir los impactos negativos que puede llegar a provocarlos.

Es por el contexto anteriormente descrito, que se necesita desarrollar nuevos hábitos para provocar un cambio en el modelo de sostenibilidad, de manera que se puedan cumplir objetivos medioambientales. Podemos resumir que el modelo para el cual nació el concepto *Smart Cities* estuvo enfocado en los siguientes puntos:

- Cambiar el modelo y hábitos de consumo y movilidad.
- Producir energía localmente.
- Innovar en el desarrollo sostenible.
- Utilizar nuevas tecnologías y materiales.
- Realizar un entorno más sostenible y humano.

1.2. Hablando de *Smart Cities*: Concepto y contexto

Puede resumirse que el concepto *Smart City* incorpora tecnología e innovación a las infraestructuras básicas para desarrollar una ciudad mas eficiente, flexible y menos costosa a través de las áreas de mejora de la eficiencia energética, servicios disponibles y desarrollo de infraestructuras tecnológicas que tengan un impacto y uso en los ciudadanos.

El entorno donde opera este concepto puede decirse que es en las infraestructuras de una ciudad en sí: transporte, gestión de energía, telecomunicaciones y un largo etcétera en el que la clave de éxito es la interconexión de todas estas infraestructuras obteniendo una ciudad eficiente.

Todo este desarrollo tecnológico, social e innovador no es posible conseguirlo si no

se cuenta con el apoyo de las administraciones públicas, entidades gubernamentales y, sobre todo, la inyección de capital y conocimiento de las organizaciones privadas. Es por este hecho, que se requiere una sociedad activa, inteligente y participativa para conseguir dichos objetivos. Uno de los objetivos fundamentales, para poder entender la gran importancia de tener ciudades auto-sostenibles lo podemos observar en las principales líneas de Investigación, Desarrollo e Innovación (*I+D+i*) que han sido propuestas por la Unión Europea para los siguientes años; y en la que *Smart Cities* se encuentra en el “*top*” de conceptos a desarrollar, investigar y estandarizar. Por tanto, puede decirse que las *Smart Cities* es un mercado en expansión, ya no solo por la importancia que tiene para una sociedad una buena gestión de las zonas en las que habita, sino que también porque es un mercado joven y con mucho por desarrollar y estandarizar aún.

Puede concluirse que el proyecto de *Smart Cities* es un mercado que se encuentra en expansión y en que las empresas y autoridades gubernamentales deben realizar una inyección de capital para su investigación, contribuyendo al desarrollo sostenible de una sociedad que se encuentra al límite de la absorción de los recursos naturales.

1.3. Áreas de una *Smart City*

Tal y como se ha explicado en los puntos anteriores, que nos sitúa en dentro del trabajo a desarrollar, puede observarse que las *Smart Cities* proporcionan una serie de oportunidades a todo el conjunto de la sociedad que se encuentran relacionadas con la servicios, las personas, economía, energías, hogares e industria. En la siguiente ilustración se puede observar el modelo *Chourabi et al*[5] que engloba las áreas a describir.

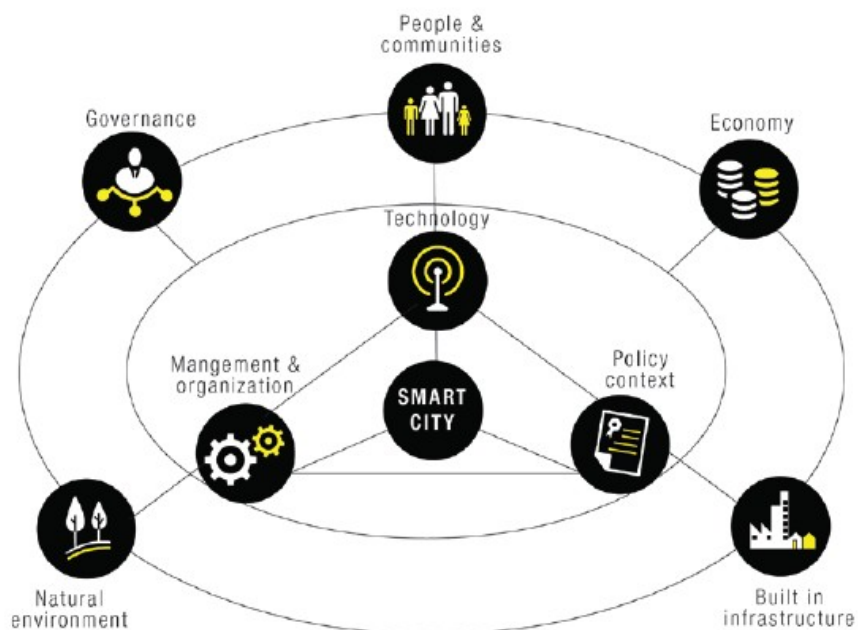


Ilustración 1: Conceptos de una Smart City. Fuente: Chourabi et al

1.3.1. Gestión, organización y gobernanza

Seguramente este concepto será el más ampliamente difundido, estudiado y gestionado de todos los mencionados. Aplicaciones sobre calcular rutas óptimas, no solamente de tráfico privado o público sino también, por ejemplo, personas con minusvalía posicionando un recorrido optimizado según los requerimientos específicos, son el mejor ejemplo que podemos encontrar en este punto, sin restar importancia a otros ya mencionados en dicho documento. El gran hito de este área es mejorar la calidad de vida de las personas. Para ello se sustenta en la gran afluencia de medios que tienen a su alcance la ciudadanía, gestionándose de una manera óptima y eficaz.

1.3.2. Personas y comunidad

Cuando hablamos del concepto de “personas” queremos decir mejorar la calidad de vida y social de las mismas. Podemos resaltar conceptos claves como sanidad, educa-

ción o seguridad que hacen referencia de forma directa al bienestar de las personas. Poniendo algún ejemplo claro, podemos encontrar un modelo educativo no presencia o con un historial sanitario disponible “24x7x365”.

1.3.3. Economía

Es un aspecto fundamental de las *Smart Cities* tratar el concepto económico en cualquier ámbito de aplicación tanto familiar como gubernamental. Por ejemplo, cuando se habla de economía gubernamental, y por tanto macroeconomía, son las necesidades o aplicaciones que tiene a su disposición los estados para mejorar y sanear este concepto. Por otro lado, cuando se habla de economía familiar se está tratando las necesidades de las familias para economizar y mejorar la rentabilidad en sus hogares. Como ya describimos las *Smart Cities* surgen para mejorar la eficiencia energética y el ahorro, que esta implicado directamente con el concepto económico. Por ejemplo mejorando el consumo eléctrico en un hogar está directamente relacionado con la economía familiar.

1.3.4. Tecnología

Este concepto, que lleva un gran estudio de varios años, está estrechamente relacionado con la domótica y, por tanto, con el concepto de la Internet de las cosas (*IoT*). Este último concepto no es más que, los elementos que forman parte del entorno familiar tienen una comunicación entre sí facilitando y proporcionando un entorno cómodo y controlado desde cualquier punto a través de una conexión a Internet.

1.3.5. Servicios, industria y medioambiente

Una de las finalidades primordiales de las *Smart Cities* es mejorar la economía en

los ámbitos descritos anteriormente. No puede olvidarse que el ámbito económico está estrechamente relacionado con el desarrollo industrial y servicios como se puede comprobar en el escrito “La tercera revolución industrial”[6]. De este escrito, y siguiendo también las directrices de la Unión Europea, puede observarse la gran importancia que se da a la fusión de las tecnologías de Internet con las energías renovables. Esto supone un punto primordial de desarrollo para los sectores de Servicios e Industria, ya que uno de los grandes problemas que se encuentra una ciudad es el agotamiento de los recursos naturales.

La optimización, mejora y continuo desarrollo son los principales sustentos para la mejora económica de una nación, existiendo una relación principal entre las áreas *TIC's*, servicios y energía, como veremos en capítulos posteriores.

1.4. Procesos técnicos de una *Smart City*

Dentro del concepto de las *Smart Cities* encontramos un gran conjunto de elementos computacionales y no computacionales entorno a ellas. Creación de infraestructuras que den soporte a una ciudad inteligente, mecanismo y optimización de gestión de la información y plataformas tecnológicas, son algunos de los conceptos que están muy relacionados. Es por ello que una *Smart City* no es solamente un pequeño conjunto de elementos que actúan de forma individual, sino que es un ecosistema muy complejo de tecnologías y agentes que hacen realidad la implementación y usabilidad de dicho concepto. Se pueden resumir en 5 los elementos tecnológicos que definen una *Smart City*[7]:

- Recolección de datos.
- Transmisión de datos.
- Almacenamiento y análisis de datos.

- Plataforma de provisión de servicios.
- Servicios de una *Smart City*.



Ilustración 2: Proceso tecnológico de una Smart City. Fuente: Fundación Telefónica

1.4.1. Recolección de datos

Uno de los aspectos fundamentales para tratar y analizar todos los datos que se pueden disponer es la recopilación de los datos. Como ejemplo, se puede ver que una ciudad puede gestionarse el tráfico a través de los datos recopilados por sensores de manera que pueden ser de gran importancia para el transporte, intentando optimizarlo una vez tratados. Por tanto, dentro de este elemento tecnológico encontramos sensores, actuadores y dispositivos móviles que recogen información, aparatos de hogar, edificios, etc.

Los sensores ya sabemos que existen desde hace ya mucho tiempo, de manera que el logro principal de los últimos años ha sido el envío y digitalización de los datos recogidos mediante la red. Estos sensores no solamente recolectan información y la envían; los sensores, tal y como los conocemos hoy en día, se pueden denominar “inteligentes” ya que pueden tratar ciertos rangos de información y actuar de manera programada gracias al microprocesador que poseen.

A continuación se explica algunas características que deben poseer los sensores:

- Tener autonomía, es decir, que se auto-identifiquen y se auto-diagnostiquen.
- Tener fiabilidad en la coordinación con otros nodos.

- Utilizar estándares y protocolos de control y de red.
- Bajo consumo, larga vida de actividad y de fácil mantenimiento.
- Programación fácil y a distancia.

Se puede hablar de muy diferentes tipos de sensores que se pueden utilizar para un ámbito determinado:

- Recursos: Encontrando dos grupos:
 - Contadores: que se utilizan para medir el consumo.
 - De nivel: que permiten conocer el nivel que tiene un recurso.
- Seguridad: que son los utilizados como detectores de humo o de gases por ejemplo. Para el primer caso se puede observar como se envía una alerta cuando hay presencia de humo y en el segundo presenta la mayor complejidad de variar sus propiedades físicas o químicas cuando se encuentra un determinado gas.
- Iluminación: Lo que realiza es transformar la energía eléctrica que recibe a luz.
- Presencia: En este grupo se encuentra diferentes temáticas según sea la necesidad de la implementación. Se pueden encontrar por infrarrojos, acústicos, vibración, etc.
- Condiciones meteorológicas: Sensores de humedad, presión atmosférica y de temperatura.
- Infraestructuras de transportes: en esta familia se pueden encontrar sensores descritos anteriormente, como también de presencia para conocer estado del tráfico, de recursos para ver contaminación del agua o sensores de movimiento para conocer la velocidad de los vehículos.
- Movimiento: Permite conocer el movimiento de un objeto.
- Posición: Como el sistema tradicional de posicionamiento de la aguja según el magnetismo terrestre o la localización por *GPS*.

Algunas de las tecnologías que permiten poder realizar la recolección de los datos, como sensores, pueden ser entre otras:

- *Radio Frequency Identification (RFID)*: “son unos dispositivos pequeños, similares a una pegatina, que pueden ser adheridas o incorporadas a un producto, un animal o una persona. Contienen antenas para permitirles recibir y responder a peticiones por radiofrecuencia desde un emisor-receptor *RFID*. Las etiquetas pasivas no necesitan alimentación eléctrica interna, mientras que las activas sí lo requieren. Una de las ventajas del uso de radiofrecuencia (en lugar, por ejemplo, de infrarrojos) es que no se requiere visión directa entre emisor y receptor”[8].

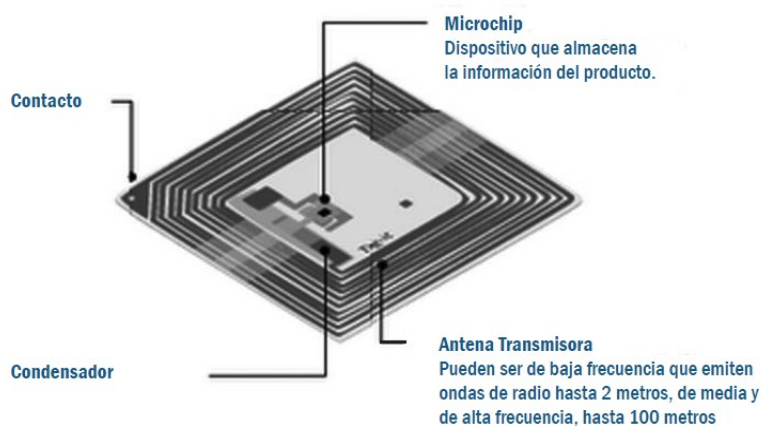


Ilustración 3: Etiqueta RFID. Fuente: Edubooks

- *Smart Phones*: Quizás sea el elemento principal y primordial que se tiene para la captura de información en el ámbito urbano ya que casi todos los ciudadanos de una población lo tienen y el volumen de datos de información que se derivan de ellos es extremadamente grande. Los mismos teléfonos móviles tienen incorporados sensores, dispositivos de localización como *GPS*, cámaras, etc, de manera que toda la información que generan se envía por Internet. Por ejemplo, muchas aplicaciones pueden ver el estado real del tráfico de una ciudad a través de la información que los usuarios están enviando en tiempo real, ver también los distintos caminos que pueden ir las personas y largo etcétera de aplicaciones

que han sabido sacar el máximo provecho a ellos.



Ilustración 4: Waze smartphone application. Fuente: Waze

1.4.2. Transmisión de datos

Este elemento es uno de los principales del tema a estudiar y es por el que se dota con la palabra “*smart*”, ya que las redes de comunicación son las infraestructuras que permiten la comunicación entre los diferentes dispositivos y personas. Una vez recogidos los datos por diferentes tecnologías, es necesario realizar la transmisión de los mismos. La transmisión de los datos puede realizarse mediante la infraestructura de conexión como la banda ancha. Esta comunicación deberá ser mediante protocolos seguros de manera que los datos se enruten con fiabilidad y confidencialidad desde un nodo inicial hasta uno final. Esta transmisión de datos se realizará mediante redes inalámbricas o redes de datos móviles/fijas enrutándolos a las bases de datos, que será el almacenamiento de los mismos.

Normalmente las *Smart Cities* suelen trabajar en dos niveles:

- En un primer nivel se recogen los datos de los sensores en los repetidores teniendo la posibilidad de encriptarlos. Se suele utilizar tecnologías inalámbricas.

- En un segundo nivel dos datos son enviados por los repetidores de manera que son encaminados a la red de transporte superior (pasarelas). En este caso pueden utilizarse dos tipos de tecnologías:
 - Celulares con tecnología *GPRS* o *3G*.
 - Redes fijas como *ADSL* o fibra óptica.

Hay que tener en cuenta que muchas veces los sensores tienen cierta autonomía de manera que ellos mismos pueden derivar la actuación de los elementos según su “inteligencia” interna tomando decisiones en tiempo real. Un ejemplo bastante claro es el riego automático con lógica interna del sensor, aunque para este estudio es bastante interesante que todos los datos sean enviados y analizados.

1.4.3. Almacenamiento y depuración de los datos

Siguiendo con el ejemplo anterior de análisis de los datos para gestionar el tráfico podemos poner de ejemplo de almacenamiento de datos distribuidos en diferentes bases de datos (*datawarehouse*) teniendo una plataforma centralizada con toda la información de una ciudad. Es por ello que los *datawarehouse* adquieren una gran importancia ya que los datos son todos muy dispersos, en distintos formatos al proceder de diferentes bases de datos o “recolectores” y una gran cantidad de ellos; por lo que el soporte de decisiones debe tener un tratamiento exhaustivo y profesional para organizarlos y catalogarlos como relevantes o no.

Bajo este contexto descrito, puede decirse que la idea principal es almacenar y organizar todos los datos recolectados y enviados a través de la red para su estudio y depuración mediante diferentes sistemas analíticos con dos características fundamentales:

- Manejar los datos en tiempo real.
- Almacén de datos espacial: que estos datos estén geolocalizados, concepto fun-

damental de una *Smart City*.

En esta capa la información es crítica por lo que se necesitará que los niveles de seguridad, protección y privacidad sean lo más óptimos posible. Podemos resumir los aspectos claves en:

- Disponer la información necesaria para proveer los servicios que originan una *Smart City*.
- Analizar y optimizar los datos obtenidos a fin de mejorar la toma de decisiones ante determinados procesos.

Por otro lado, uno de los puntos principales de cualquier proyecto relacionado con *Smart Cities* consiste en la obtención de información valiosa a partir de un gran volumen de datos. Sin duda alguna, las técnicas más apropiadas para obtener información valiosa son aquellas basadas en la minería de datos. La minería de datos, cuyo propósito es encontrar patrones en grandes volúmenes de datos tiene su fundamento en la inteligencia artificial, el aprendizaje automático, la estadística y las bases de datos.

El proceso de minería de datos consiste en un conjunto de etapas bien definidas, tales como:

1. Selección de los datos.
2. Análisis de propiedades de los mismos.
3. Preprocesamiento de los datos de entrada.
4. Selección y aplicación de la técnica de minería de datos apropiada al objetivo que se persigue: Redes neuronales, regresión lineal, árboles de decisión, técnicas de *clustering*, etc.
5. Extracción del conocimiento en sí.
6. Interpretación de los datos.

En el proceso anteriormente planteado hay etapas particularmente costosas, como

por ejemplo la aplicación de la técnica de minería de datos escogida. Para la aceleración de la misma se emplean diferentes aproximaciones paralelas, caben destacar las basadas en paso de mensajes o de memoria distribuida (clúster de *PC's* o multicomputadores), como *PVM* o *MPI*, o las basadas en hilos de ejecución o de memoria compartida (procesadores multinúcleo o multiprocesadores), cómo *Pthreads* o *OpenMP*. Sin embargo, cabe destacar que hoy en día están adquiriendo gran relevancia las plataformas basadas en procesadores gráficos o *GPU's*.

1.4.4. Plataforma de gestión de servicios

Este punto es simple y llanamente la representación de los datos recogidos y procesados. Como ejemplo claro se puede poner el concepto de *Open Data* en el que las administraciones públicas ponen a disposición de la ciudadanía datos de gran interés para conocer aspectos muy diversos sobre la gestión de una ciudad que permitirá ofrecer los servicios de forma segura y con garantías de privacidad.

En esta capa encontramos dos aspectos fundamentales:

- *SDP (Service Delivery Platform)*: que serán las tecnologías que se encuentran inmersas dentro de una *Smart City* y que dan las capacidades a servicios como facilidad en el análisis de servicios, pago de transacciones, gestión de tráfico...
- *Urban OS*: Sistemas Operativos Urbanos es el entorno donde se han definido los servicios a tratar.



Ilustración 5: Sistema Operativo Urbano. Fuente: Plataforma Arquitectura

Cabe destacar en este punto que hay una convergencia común sobre el desarrollo bajo la plataforma *FI-WARE* en el ámbito europeo. Esta plataforma abarca diferentes trabajos que, no solamente es del concepto de *Smart Cities*, aunque en dicho trabajo se centrará exclusivamente en él. Además se analizará exhaustivamente las iniciativas más reales por intentar estandarizar este concepto como son a través de *ISO 2013* y *AMETIC*.

1.4.5. Servicios para una Smart City

En este último elemento nos encontramos a los agentes que hacen uso de todos los elementos anteriores para poder desarrollar los servicios que pueden encontrarse en los diferentes sectores a los que vaya destinado y según su ámbito social y económico.

Este hecho se realiza para alcanzar los objetivos propuestos a nivel europeo en forma de servicios que beneficien a la sociedad en su conjunto. Para ello se están utilizando tecnologías de código abierto y liberando sus soluciones. Algunos servicios interesantes a nivel europeo son[9]:

- ***Smart Objects for Intelligent Applications (Sofia)***[10]: *Sofia* es un proyecto *I+D+i* financiado por la Unión Europea con un aportación de empresas privadas que se basa en tecnología web semántica, interoperabilidad y redes de sensores inteligentes. Este proyecto permite la automatización de ciudades, edificios y automóviles.
- ***PEOPLE: Smart Cities for Smart Innovation***[11]: Otro proyecto de asociación público-privado que está centrado en el ámbito de los servicios y aplicaciones de las *Smart Cities*. Estos servicios desarrollados están integrados e implementados a través de los datos generados por los ecosistemas urbanos a través de un modelo de *Open Data*. *People* es un proyecto que se lleva a cabo en Bilbao (España), Bremen (Alemania), Thermi (Grecia) y Vitry sur Seine (Francia) y del que se han desarrollado hasta ahora dieciséis servicios inteligentes. Algunos servicios que encontramos en este proyecto son:
 - *HoyRespiro*: Información georeferenciada sobre calidad del aire, niveles de polen e información meteorológica.
 - *3DWalkingTour*: Página web con una guía turística a través de vídeo en tres dimensiones.
 - *GeoCur*: Información georeferenciada sobre actividades y cursos en la ciudad de Bilbao.
 - Servicio de Información Local: La aplicación proporciona el usuario información sobre el tráfico, horario de autobuses, el tiempo, así como la calidad del aire.

1.5. Resumen

En este capítulo se han podido estudiar los principales agentes y tecnologías involu-

cradas alrededor de una *Smart City*; aunque no son todos ya que existe un universo de elementos entorno a ella. En la siguiente ilustración podemos observar varios agentes involucrados entorno a una *Smart City* en todo su contexto. Una gran variedad de tecnologías a través de una infraestructura óptima producen la posibilidad de generar una gran variedad de servicios para toda la sociedad en su conjunto. También puede observarse qué tipos de infraestructuras de servicios se encuentra en cada área dentro de una *Smart City*[12].

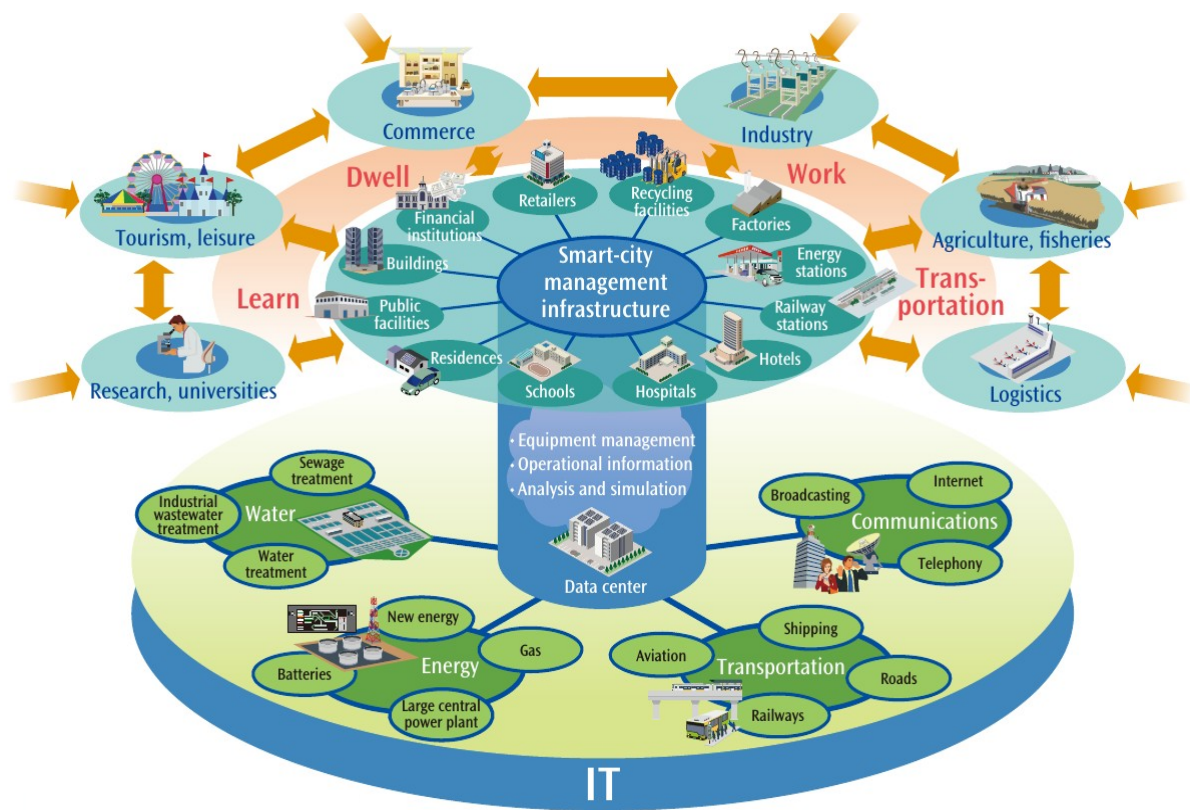


Ilustración 6: Gestión de una Smart City a través de las TIC. Fuente: HITACHI

CAPÍTULO II: EL ENTORNO DE UNA *SMART CITY*

Este capítulo estudiará todos los temas que se encuentran alrededor de una *Smart City* y su impacto en la sociedad. Para ellos se va a estudiar cuáles son los conceptos de referencia, en los que se verá las dimensiones inteligentes y su relación directa en la política y sociedad en una ciudad.

Una vez vistos los conceptos de referencia se estudiarán los agentes que se encuentran directamente relacionados con el desarrollo para implementar una ciudad inteligente en nuestra sociedad, desde entidades y administraciones públicas hasta el aporte de las organizaciones privadas. En cada una de estas entidades se evaluará la importancia y los objetivos para un desarrollo eficaz y verse reflejado en la sociedad.

Finalmente, se estudiará los tres principales proveedores que se encuentran alrededor de una *Smart City* y la funcionalidades de cada uno de estos.

2.1. Conceptos de referencia

En el punto tercero de dicho proyecto se observarán varios ejemplos de ciudades analizadas bajo el concepto de *Smart Cities* por diferentes entidades especializadas en el tema. Pero antes de ver y explicar este punto, es importante tener en cuenta los puntos principales de evaluación de una ciudad, en sí, calificar la inteligencia de dicha ciudad. Para ello, se ha tomado como referencia los datos aportados por *International Data Corporation (IDC)* sobre los conceptos de referencia que se tratan por *Smart Cities*[13]. Se estudiarán los siguientes puntos: las dimensiones inteligentes que en sí analiza el nivel de “inteligencia” que tiene una ciudad y las fuerzas habilitadoras que son los elementos facilitadores de implementación para una *Smart City*[14]. En la ilustración que vemos a continuación podemos observar de forma resumida todas los conceptos que se encuentran involucrados dentro de una ciudad inteligente.

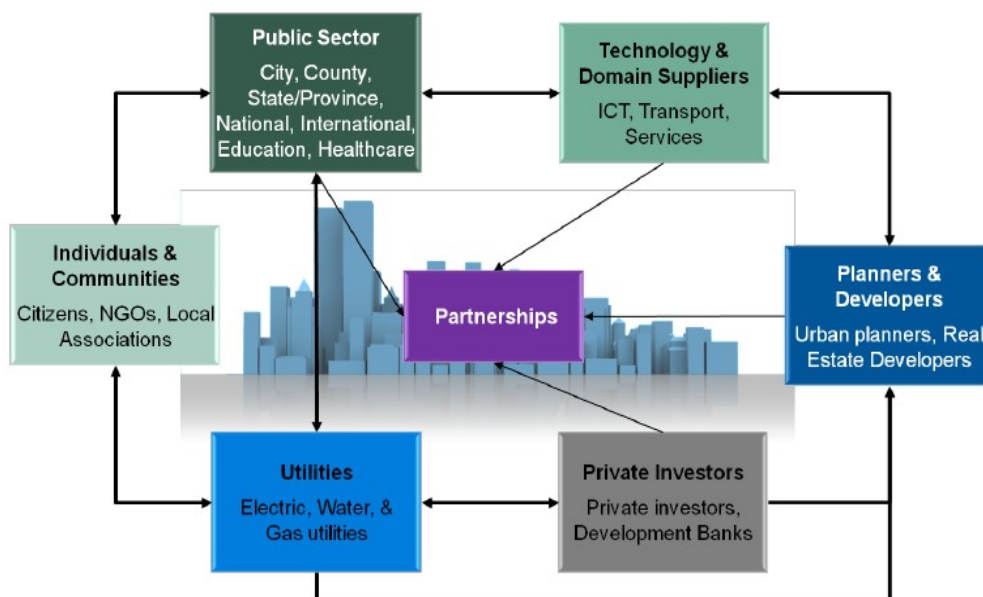


Ilustración 7: Ecosistema de *Smart City*. Fuente: IDC

2.1.1. Dimensiones inteligentes

Gobierno inteligente: Toda la infraestructura de un Estado esta enfocada a la participación ciudadana en diferentes ámbitos. También el enfoque de gobierno inteli-

gente se centra, sobre todo, en las políticas medioambientales. Estos dos aspectos principales ha dado como resultado la reorientación de los gobiernos, tal y como lo conocemos, a tener que implementar diferentes infraestructuras, tecnologías y políticas en torno a las ciudades inteligentes. Como podemos observar en el informe de la Comisión Europea “Comunicación Europea Informe 2020”[13] una de las prioridades dadas son:

- “Crecimiento integrador: fomento de una economía con alto nivel de empleo que tenga cohesión social y territorial”: Ya se ha hablado en la misma definición cual es el resultado de tener un Gobierno Inteligente. Recordemos que está centrado al desarrollo para la ciudadanía en materia de mejora de sus políticas y desarrollo interno.

Urbanismo y edificios inteligentes: Este aspecto no solamente trata las políticas específicas sobre la interconexión de diferentes aspectos tecnológicos que pueden desarrollarse en una ciudad, sino también los aspectos de eficiencia y sostenibilidad energética; así como el desarrollo sostenible y eficiente de una ciudad. Estas definiciones se estudiarán con más detalle en el capítulo 5, donde observaremos como la mayoría de indicadores de desempeño se encuentran establecidos en el concepto originario de *Smart Cities*: la eficiencia energética.

Movilidad inteligente: Sin duda uno de los principales exponentes de las ciudades inteligentes y más expandidas hoy en día, sobre todo gracias a la llegada de los *Smart Phones*. Uso de eficiencia energética y calidad de servicio son unos de las mayores ventajas que encontramos al hablar del transporte eficiente de una ciudad. Cálculo de rutas óptimas, control de tráfico mediante sensores, compensación del tráfico en una ciudad y un largo etcétera de ejemplos se encuentran implementados dentro de este concepto. Retomando el impacto que ha tenido la llegada de los *Smart Phones* en la sociedad, encontramos como las personas pueden ayudarse de ellos en cuanto a mo-

alidad. Por poner un ejemplo de una *Start-Up* que ganó el concurso de la Red de Ciudades Inteligentes[15] (*RECI*), encontramos como a través de una aplicación y sensores en los parqueos exclusivamente para personas con minusvalía, estas pueden ver, en tiempo real, si dispone acceso libre de dichos parqueos. Otra de las prioridades establecidas en el informe de la Comisión Europea Comunicación Europea[13] relacionada con este concepto es:

- “Crecimiento inteligente: desarrollo de una economía basada en el conocimiento y la innovación”: Esto quiere decir que tanto el punto primero “Urbanismo y edificios inteligentes” como “Movilidad inteligente” se encuentra dentro de dicha prioridad, de manera que el desarrollo de las ciudades inteligentes deben estar enfocadas a un desarrollo sostenible para que los ciudadanos puedan aprovecharse de ella, pero siempre de manera eficiente.

Energía y medio ambiente inteligente: Como ya se ha mencionado en los puntos anteriores, el concepto de *Smart Cities* como tal, nació como consecuencia de la eficiencia energética y para desarrollar un sistema urbano sostenible a través de las Tecnologías de la Información y Comunicación como pilar fundamental. Por tanto, se puede resumir que este punto lo que quiere expresar es la eficiencia energética y reducir lo máximo posible el impacto ambiental que lleva el consumo y explotación de recursos naturales, el aumento de población y, por ende, el aumento del consumo de energía en las zonas habitadas. Siguiendo con el informe de la Comisión Europea Comunicación Europea[13] podemos enfocar en este punto otra de las prioridades dadas:

- “Crecimiento sostenible: promoción de una economía que haga un uso más eficaz de los recursos, que sea más verde y competitiva”: Es por ello que la producción de energías renovables, limpias, investigación de formas alternativas de generación de energía por medios naturales implica directamente a la mejora del sumi-

nistro de redes de distribución y reducción del consumo de recursos naturales (una cosa es la producción “verde” de la energía, y por otro lado la mejora del suministro). Lo que pretende la mejora del suministro es utilizar medidores inteligentes (*Smart Meters*) que realizan una mejor gestión de la energía consumida, independientemente de la procedencia de la misma.

Servicios inteligentes: Otro de los puntos principales para entender el concepto de ciudades inteligentes en su conjunto es el punto de servicios inteligentes. En este agente se pueden ver todos los servicios que se encuentran enfocados para la ciudadanía por parte del conjunto macroeconómico de una organización gubernamental: desde las empresas con intereses capitales privados como las administraciones públicas. Servicios como educación y sanidad se encuentra dentro de este punto pero también encontramos temas como eficiencia energética en los hogares, comunicaciones... Relacionando este punto con las tres prioridades que hemos venido comentado y que son el pilar fundamental de la Unión Europea según la Comisión Europea, encontramos el punto:

- “Crecimiento inteligente: desarrollo de una economía basada en el conocimiento y la innovación”[13].

2.1.2. Fuerzas Habilitadoras

Personas: Las personas son el rol fundamental del desarrollo sostenible de las ciudades por las dimensiones inteligentes descritas anteriormente. Las personas son la parte fundamental de una sociedad y el principal responsable de los recursos naturales. Según se puede observar en el informe de la Unión Europea[13]. Todos los objetivos y prioridades están centrados en mejorar la calidad de vida, por lo que ya no solamente el desarrollo e innovación es importante, sino que la ciudadanía tome conciencia

de los elementos y tecnología que tiene a su disposición es elemento primordial para mejorar su calidad de vida.

Economía: Los conceptos descritos anteriormente sobre la eficiencia energética y sostenibilidad, como líneas prioritarias de actuación tiene un impacto muy alto en cuanto a la economía de manera que la gestión, mejora de la eficiencia e investigación, sobre mejora de los procesos de consumo de los recursos, necesitan tanto del apoyo de las administraciones públicas como también de las entidades privadas. Financiación para la mejora de las ciudades en estos ámbitos de desarrollo se consideran también índices para el desarrollo global de una ciudad. Esta financiación será, y como se verá posteriormente, reembolsada con la creación de nuevas empresas, mejora de las economías familiares, emprendimientos dinámicos, etc.

Tecnologías de la Información y Comunicación: Todo desarrollo de una sociedad o de las administraciones debe estar directamente relacionado con el uso en las nuevas tecnologías de las personas, empresas o administraciones. Es importante resaltar este aspecto porque, como se puede ver en muchas ciudades, hay un desarrollo notable en las infraestructuras y tecnologías para los ciudadanos; aunque el desconocimiento de estos para utilizarlas provoca el abandono y fracaso de los proyectos.



Ilustración 8: Marco de las ciudades inteligentes. Fuente: IDC

2.2. Agentes involucrados dentro de una *Smart City*

Tal y como se ha estado describiendo en los puntos anteriores, las *Smart Cities* son un concepto innovador y de desarrollo de gran importancia para una ciudad; ya no sólo para el futuro, sino para el presente. Bajo este contexto de futuro, se hace imprescindible que los agentes que crean la posibilidad de mejorar la eficiencia de una ciudad, cooperen y desarrollen infraestructuras urbanas según los parámetros de desarrollo “*Smart*”.

Teniendo en cuenta este desarrollo, se puede decir que la tecnología ya se encuentra lo suficientemente madura para poder ser implementada con éxito en las vías e infraestructuras urbanas. Es muy importante tener en cuenta este aspecto ya que realiza, indirectamente, un desarrollo en aspectos económicos y sociales. Es evidente que hay que tener en cuenta qué agentes son los que interviene de forma directa e indirecta para poder conseguir un desarrollo eficaz en el entorno donde se desea implementar y, sobre todo, qué se necesita para lograrlo a largo y medio plazo.

2.2.1. Ayuntamientos

Los ayuntamientos y, por ende, las administraciones públicas, son el elemento principal para conseguir que una ciudad sea catalogada como “*smart*” con un desarrollo eficaz de la misma. Un plan de desarrollo de una ciudad hoy en día no se puede concebir sin tener en cuenta las tecnologías que permitan proporcionar un acceso a los recursos de forma controlada y sostenible.

La gestión, difusión e iniciativa de este agente es primordial ya que el diseño previo, según sus necesidades, deber ser elaborado por ellos mismos, no en su totalidad, pero si en su mayor parte. Se puede llegar a la conclusión de que los ayuntamientos son los principales propulsores de creación de negocios en torno a las tecnologías de de-

sarrollo de la ciudad aportando y derivando sus necesidades a la empresa privada con una asociación pública/privada que generara un desarrollo y gasto/ingreso equitativo para el conjunto de la sociedad.

2.2.2. Consultoras TIC

Otro agente relevante que se encuentra directamente relacionado con los ayuntamientos, son las empresas que se aprovechan de las infraestructuras ya creadas por los ayuntamientos y empresas privadas; y que ofrecen los servicios que finalmente se aportarán al conjunto de la sociedad. Es importante que estas consultoras tengan una gran especialización en los diferentes ámbitos de actuación de una *Smart City* de manera que pueda llevarse con éxito todas las metas propuestas por el ayuntamiento. Estos agentes pueden *PYMES* (Pequeñas Y Medianas Empresas) o empresas/individuos de emprendimiento tecnológico, *Start-up*, que se encuentran en gran medida incentivado para su desarrollo tanto en el nivel municipal como a nivel europeo.

2.2.3. Integradores TIC

En otro ámbito, nos encontramos con las grandes empresas que son las que realizan grandes inversiones; como pueden ser de infraestructura tecnológica o equipamiento. Normalmente las empresas que están relacionadas en este ámbito de implementación son las que trabajan con la propia red o las aplicaciones que manejan dicha red en sí. Como ya se ha comentado en los puntos anteriores un ejemplo claro lo encontramos con el *middleware FI-WARE*, que es un desarrollo con inversión público/privada a nivel europeo y en el que grandes empresas trabajan conjuntamente para crear un plataforma común en el que todas las diferentes tecnologías que son aportadas por las distintas compañías puedan ser implementadas bajo un estándar común. Esto lo-

grará que los dispositivos, tecnologías y fabricantes trabajarán bajo el estándar homogéneo y no uno heterogéneo como se ha venido realizando.

Por último, conociendo los ámbitos tecnológicos que hemos descrito anteriormente, no podemos olvidarnos de las empresas que realizan la gestión de todos los datos generados dentro de este “*grid*” de comunicación; empresas dedicadas al *data mining*, *business intelligence* y/o análisis de los datos generados en su conjunto.

2.2.4. Proveedores de aplicaciones

Cabe resaltar que este agente se encuentra relacionado con los consultores *TIC* cuando hablamos de empresas/individuos innovadores que cooperan de manera indirecta al desarrollo. Además podemos encontrar aplicaciones realizadas de forma privada que se aprovechan de la infraestructura ya desplegada o de los que proporcionan equipamiento. En resumen, podemos encontrar un gran ámbito de subagentes relacionados que se encuentran centrados en proporcionar soluciones a los ciudadanos y empresas.

2.2.5. Operadores de telecomunicaciones

Las operadoras de telecomunicaciones son el pilar básico de una *Smart City* y su tarea principal es realizar el despliegue de infraestructura que permitan transferir los datos recolectados de ellos (puede ser a través de sensores) a las compañías para su tratamiento. Por tanto, se puede decir que son los proveedores de servicios. Este agente se encuentra relacionado con los proveedores *TIC* al ser el proveedor del *middleware* y muchas veces de las aplicaciones.

El rol de estos operadores de servicios es de vital importancia para la innovación de una ciudad ya que puede ofrecer servicios transversales de apoyo a los ciudadanos que

permitan una mejora de calidad de vida. Pagos diversos a través de su infraestructura y alquiler de servicios a terceros pueden ser un gran ejemplo de lo que hoy en día nos ofrecen.

Tampoco puede olvidarse del nacimiento de las *Smart Cities* como mejora de la eficiencia energética y del que los operadores de telecomunicaciones tiene un valor agregado a ello pudiendo; por ejemplo dar servicios de la gestión inteligente de energía.

Es por el contexto descrito en este agente que podemos decir que los agentes de telecomunicaciones son el nexo de unión entre los ciudadanos, los servicios y los dispositivos que interactúan en una ciudad.

2.2.6. Utilities

En este agente podemos encontrar empresas eléctricas, gas, agua, etc. En definitiva, empresas de servicios básicos para los usuarios. Este agente es de gran importancia ya que se encuentra relacionado con los operadores de telecomunicaciones ya que necesitan su infraestructura para conectar sus equipamientos como sensores, contadores o su red de distribución para mejorar la calidad de servicios a los ciudadanos.

Un ejemplo importante en el que participa este agente es el *Smart Energy Grid* (Red Eléctrica Inteligente). El *Smart Grid* es “la tecnología digital que permite la comunicación bidireccional entre los servicios y sus clientes. Al igual que Internet, la red inteligente consistirá en controles, computadoras, automatización y nuevas tecnologías y equipos que trabajan juntos, pero en este caso, estas tecnologías va a funcionar con la red eléctrica para responder digitalmente a nuestra demanda eléctrica cambiando rápidamente”[16].

2.2.7. Constructoras

Este último agente es el que se encarga de la construcción o el mantenimiento de las infraestructuras gestionadas por los operadores de telecomunicaciones o los integradores TIC. Cabe destacar que estas constructoras deben tener capacidad total para poder implementar servicios inteligentes a los ciudadanos.

2.3. Proveedores dentro de un Smart City

En este último punto se evaluarán los tres principales proveedores que se encuentran dentro de una Smart City con la finalidad de tener un desarrollo eficaz y progresivo. Serán tres los proveedores principales:

- Proveedores de infraestructuras de comunicación.
- Proveedores que prestan servicios.
- Proveedores del servicio completo.

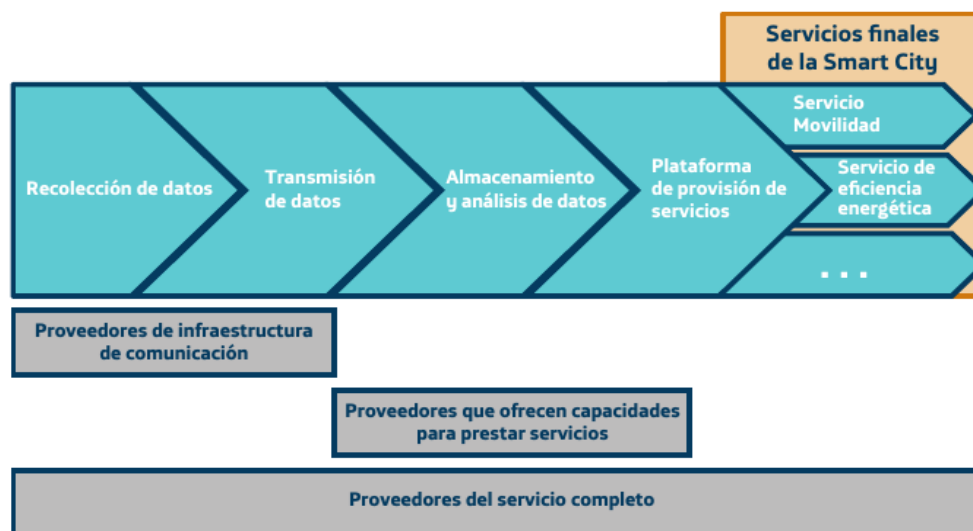


Ilustración 9: Proveedores tecnológico de una Smart City. Fuente: Fundación Telefónica

2.3.1. Proveedores de infraestructuras de comunicación

Este tipo de proveedor de servicios es el que proporciona todos los datos que son generados en el ámbito de la ciudad como pueden ser los diversos tipos sensores. Toda

esta generación de datos no puede ser realizada si no se cuenta con una red de altas prestaciones o con *data centers* escalables entre otras características.

Es importante relacionar el agente de “operador de telecomunicaciones” y el “integrador TIC” con este tipo de servicio a proveer. Aunque el desarrollo empresarial ha proporcionado que otros agentes puedan desarrollar su propia infraestructura de manera que también puedan proveer este tipo de infraestructuras.

2.3.2. Proveedores que prestan servicios

Este tipo de proveedores son los que facilitan el acceso de los datos recogidos; tanto a los usuarios finales como a otros agentes que hagan uso de ellos para realizar sus propios servicios.

2.3.3. Proveedores del servicio completo

Por último tenemos el tipo de proveedor que, además de ofrecer los servicios finales a través de los datos recogidos, realiza un despliegue de infraestructura propia. Este tipo de proveedores tienen que realizar un despliegue bastante costoso ya que necesitarán, no solamente implementar la infraestructura, sino también gestionarla. Adicionalmente se encargará del tratamiento de los datos y proveer los servicios finales a los usuarios.

CAPÍTULO III: EJEMPLOS DE *SMART*

CITIES

Tal y como se ha estudiado hasta ahora para la implementación de una *Smart City*, en cuanto a los conceptos teóricos, se ha podido observar que el ámbito de aplicación y los agentes involucrados en ellas son muy diversos y abarcan varias ramas de actuación; no solamente la tecnológica, aunque sí en su mayor medida.

Por tanto, en este capítulo se va a estudiar qué actuaciones pueden impulsar el desarrollo de este concepto a través de las políticas públicas/privadas en ciudades, dónde su implementación ha supuesto un éxito para la población y las administraciones; centrándonos en las políticas de actuación principales llevadas a cabo en la Comunidad Europea.

3.1. Políticas de actuación europea

En los capítulos anteriores hemos podido estudiar cómo la Unión Europea y, en concreto, la Comisión Europea fijaba ciertos aspectos de desarrollo en ámbitos globales ligados a la Investigación, Desarrollo e Innovación. Todos ellos en referencia a la eficiencia energética de las ciudades debido al incremento de la población y a la explotación de los recursos naturales. Es por ello, que se han creado diversos planes de actuación para poder llevar a cabo un desarrollo sostenible en el futuro para intentar minimizar el impacto negativo de la no actuación a tiempo.

Centrándonos en el ámbito de las *Smart Cities* encontramos un plan estratégico de actuación como “*The European Strategic Energy Technology (SET)-Plan – Towards a low carbon Future*”[17] en el que se puede observar como uno de sus puntos principales es la reducción del carbono para los próximos años a través del desarrollo e innovación bajo el paradigma de “*Smart City*”. Es a través de este plan estratégico por el que deriva el *Strategic Energy Technology Information System*[18] (*SETIS*), dónde su principal trabajo de investigación es identificar nuevas oportunidades y evaluar la eficacia y eficiencia del plan *SET* en la entrega de los objetivos energéticos y de política del cambio climático.

SETIS ofrece un enfoque integrado para el intercambio de datos e información sobre tecnologías energéticas con baja emisión de carbono y la innovación en todos los Estados miembros y los sectores energéticos. En este enfoque ofrecido por *SETIS*, y en base al los avances ya originados por el plan *SET*, se realizaron una serie de indicadores clave de rendimiento (*KPI's*) medibles. Esta serie de indicadores de desempeño medibles han sido dirigidos por *SETIS* y que suponen una herramienta de calidad para justificar toda inversión en el plan *SET* y ver sus progresos de cara al futuro.

Por otro lado, y en referencia a los planes estratégicos de la Unión Europea, encon-

tramos el plan de apoyo a la Investigación, Desarrollo e Innovación *Horizonte 2020*[19]. En él encontramos el plan estratégico *SET* que fomentará la Investigación y el Desarrollo Tecnológico para todo el ámbito europeo. Dentro de este plan estratégico puede encontrarse como línea principal de desarrollo un gran conjunto de áreas primordiales para su actuación. En cuanto a las ciudades inteligentes, en su contexto global, encontramos por ejemplo, las siguientes subáreas dentro del área *ICT Research & Innovation*[20]:

- Movilidad urbana sostenible.
- Distritos sostenible y medioambiente Construido.
- Infraestructuras y procesos a través de la energía, las TIC y el transporte integrado.
- Enfoque ciudadano.
- Política y reglamento.
- Planificación y gestión integrada.
- Intercambio de conocimientos.
- Líneas de base, indicadores de desempeño y métricas.
- El gobierno de datos abiertos.
- Estándares.
- Modelos de negocios, adquisiciones y financiación.

Bajo el contexto explicado anteriormente, puede observarse cómo la Comisión Europea ha lanzado una asociación para la innovación de Ciudades Inteligentes y Comunidades[21], en el que uno de los mayores desafíos que se enfrenta la Unión Europea es mejorar la manera de diseñar y adaptar las ciudades en entornos inteligentes y sostenibles; intentando reducir el consumo de energía hasta llegar a un 70% de los entornos urbanos. Estos hechos han proporcionado el lanzamiento de *Smart Cities and Commu-*

nities European Innovation Partnership[22] (*SCC*) que tiene como objetivo común la investigación de la energía, el transporte y las *TIC*; y concentrarlos en un pequeño número de proyectos de demostración que será implementado en colaboración con las ciudades y entidades privadas.

Este flujo de actuación es debido a que la mayoría de los ciudadanos europeos viven en un entorno urbano, es decir, más del 60% viven en zonas urbanas de más de 10.000 habitantes y para su movilidad comparten la misma infraestructura. Este contexto situacional ha provocado que la movilidad urbana representa el 40% de todas las emisiones de CO₂ del transporte por carretera y hasta el 70% de otros contaminantes procedentes del transporte. Por tanto, el objetivo es superar los cuellos de botella que impiden el paso a las ciudades inteligentes para cofinanciar proyectos y ayudar a coordinar las iniciativas y proyectos de la ciudad existente; poniendo en común sus recursos junto con la actuación de las áreas de Energía[22], Servicios[23] y Tecnologías de la Información y Comunicación[24]. Repasemos las áreas de investigación en cada agente:

- Áreas de investigación en Tecnologías de la Información y Comunicación:

Correlación de la información para el proceso de negocio
Definición de “ <i>system-border</i> ” <i>BACS / EMS y TIC</i>
Descubrimiento dinámico de información y fuentes (<i>CPS / SoS</i>)
Arquitecturas federales dependientes en <i>CPS</i> y gran escala <i>SoS</i>
Garantía de calidad del servicio (<i>QoS</i>) tiempo de entrega y procesamiento de eventos clave
Gestión de gran volumen de datos
Aproximación <i>TIC</i> en edificios comerciales/industriales existentes
Red céntrica de información/contenido y modelo avanzado de información (Internet de los servicios)
Maquina a maquina (<i>M2M</i>) o Internet de las cosas (<i>IoT</i>)
Optimización de la conectividad y transferencia de información
Redes de sensores, redes en maya, cloud computing y retransmisión
Integración de sistemas
Sistemas de sistemas
Aprovechamiento de infraestructuras existentes
Gestión temporal y espacial incierta
Impacto de las <i>TIC</i> en la seguridad de suministro de energía

Tabla 1: Áreas de investigación en Tecnologías de la Información y Comunicación

- Áreas de investigación en energía:

Sistema de almacenamiento de baterías y sistemas de gestión de micro energía
Eficiencia y pérdidas relacionados con la transmisión de energía en largas distancias
Impacto de todas las posibilidades de almacenamiento de energía en los SGA y las TIC
Supervisión de los flujos de energía y sistemas de gestión de energía relacionados con los SGA y las TIC
Optimizan operacional de múltiples factores explotando modelos predictivos de demanda de energía para edificios, barrios, distritos y ciudades e integrando datos de diferentes fuentes como LGA, GIS, BEMS y herramientas de planificación urbana.

Tabla 2: Áreas de investigación en energía

- Áreas de investigación en Servicios:

Modelos de negocio – soluciones basadas en el contexto
Criterios de éxito de las iniciativas “Smart”
Análisis de los cambios en las habilidades y el comportamiento necesarios para facilitar el cambio
Acciones interdisciplinarias para conectar las TIC con sistemas de análisis en términos socio-tecno-económicos.
Privacidad/Seguridad/Confianza
Auto-sostenibilidad

Tabla 3: Áreas de investigación en e-Servicios

3.2. Estudio de ciudades “Smart”

Una vez revisado y estudiado cuales son los planes estratégicos en el ámbito europeo y las áreas de investigación principales a desarrollar se va a estudiar algunas ciudades que tienen un gran avance de implementación y desarrollo en ciudades inteligentes.

Ya que el estudio es bastante minucioso, para realizar este informe se han escogido las dos ciudades más significativas en el ámbito nacional e internacional, Santander y Málaga, cada una de ellas centrada en las áreas de investigación descritas anteriormente. Santander, por ejemplo está centrada en el Internet de las Cosas (*IoT*) y por

tanto centrado en la investigación de los Servicios y TIC's y Málaga en la eficiencia energética y *Smart Grid*.

3.3. Málaga

Málaga[25] es una de las ciudades que se están desarrollando eficazmente el concepto de *Smart City* desde 2009, cuando se inició el proyecto; sobre todo en el área energética con el aporte de capital privado con empresas como Endesa[26]. Uno de los principales retos, dentro del plan europeo 20-20-20 es incrementar la utilización de fuentes de energía renovables y aumentar la eficiencia energética fomentando el consumo racional y eficiente. Para ello se lleva a cabo un plan en el que ciudadanos deben estar en continuo contacto con las empresas encargadas de llevar a cabo la implementación.

Todas las medidas que se, están llevando a cabo en Málaga, hasta día de hoy, han supuesto un ahorro energético del 25% en corriente eléctrica y la reducción del 20% en emisiones de CO₂, que son 4500 toneladas. Es por estos hechos que el proyecto de Málaga está centrado netamente a la eficiencia energética, aunque se va a realizar un enfoque relacionado con las telecomunicaciones e infraestructuras computacionales para relacionar ambos conceptos.

En cuanto a la estructura para conseguir desarrollar el concepto *Smart* en Málaga vemos que se engloba en doce grupos de trabajo:

- **Gestión y Seguimiento del Proyecto:** Es la coordinación y control del plan de trabajo, seguimiento del proyecto, elaboración de planes, control económico, informes...
- **Despliegue Operativo y Plan de Comunicación:** Normalmente planes de Marketing y modelos de negocios a los ciudadanos y otros agentes involucrados.

- **Armonización:** Que se encarga de supervisar el proyecto.
- **Telecomunicaciones:** Definición de las tecnologías de la Información y Comunicación necesarias para integrar todos los servicios.
- **Sistemas:** Desarrollar los sistemas de información que dan soporte a las necesidades del proyecto.
- **Automatización de la red de Media Tensión:** Desarrollar e implementar el concepto *Smart Grid* en las redes de suministro a los usuarios.
- **Mini generación y almacenamiento:** Integración de un conjunto de generadores y de un sistemas de almacenamiento a nivel de Media Tensión.
- **Eficiencia Energética y gestión activa de la demanda:** Motorización y control del consumo.
- **Automatización de la red de Baja Tensión.**
- **Micro generación y almacenamiento:** Igual que los de Media tensión pero para Baja Tensión.
- **Advanced Metering Infrastructure (AMI):** Definición de las tecnologías de comunicaciones, mejora e integración del Sistemas de Telegestión de Contadores.
- **Vehículos eléctricos (V2G):** Implementación de infraestructura de recarga con capacidad V2G para vehículos eléctricos.

Por tanto, y teniendo en cuenta los grupos de trabajo mencionados anteriormente, todo el conjunto de trabajo se puede describir en los siguientes puntos:

- **Tecnologías de la Información y Comunicación:** Como ya se ha comentado, las infraestructuras de comunicaciones es un aspecto primordial para la implementación de una *Smart City*. Teniendo en cuenta este aspecto, y para el caso de Málaga, vemos que cuenta con 40 Kilómetros de líneas de media tensión co-

municadas por *PLC* de banda ancha, *WIMAX* y *3G*, 72 centros de distribución y servicios conectados a la baja tensión. Es importante señalar que todos los servicios dados comparten esta misma infraestructura basado en los estándares de mercado. Es por ellos que la topología utilizada se encuentra estructurada en tres niveles:

- Nivel superior: que es la red troncal de tipo *Multiprotocol Label Switching (MLPS)* que es la que interconecta todos los centros y oficinas centrales en España.
- Nivel medio: será la red de distribución que utilizan anillos de fibra óptica que se comunicarán con los centros de transformación a través de las redes de acceso que pueden ser tipo malla, anillo o de segmento.
- Nivel inferior: Los clientes de baja tensión estarán interconectados con el centro de transformación utilizando *PLC*.

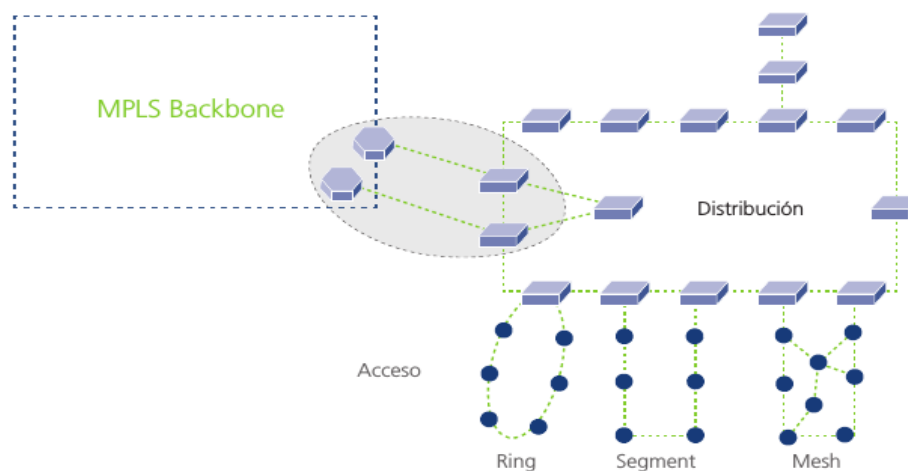


Ilustración 10: Topología de la red de comunicaciones. Fuente: SmartCity Málaga

- **Telegestión:** Como ya se ha comentado la telegestión es un sistema que permite gestionar de manera automática y remota los contadores de electricidad. Dicho sistema se encuentra directamente relacionado con el desarrollo de las nuevas tecnologías de información, electrónica y comunicaciones requiriendo una

infraestructura de comunicaciones y sistemas informáticos. Estos contadores y concentradores inteligentes, que son la base tecnológica para el desarrollo de redes inteligentes de distribución eléctrica (*Smart Grid's*), tiene la propiedad de que, mediante *PLC* de la red eléctrica, pueda comunicarse entre ellos por el mismo protocolo abierto que la infraestructura. Este elemento se encuentra en fase de estandarización por *Meters and More*, asegurando la privacidad y fiabilidad de las comunicaciones. La Telegestión impulsa un nuevo modelo de gestión energética en las ciudades para obtener mejoras en eficiencia energética, reducciones en las emisiones de CO₂ y un incremento en el uso de las energías renovables.



Ilustración 11: Telegestión. Fuente: Endesa

- **Automatización de la red:** El objetivo principal de este aspecto es la optimización del sistema que principalmente es la minimización de pérdidas de la red y solucionar los problemas de sobrecarga que pueden llevarse a cabo, sobre todo cuando aumenta la inclusión de vehículos eléctricos y generación distribuida de la red.
- **Generación distribuida:** Un aspecto que mejora la red es la conexión de múltiples generadores pequeños distribuidos geográficamente que producen un equilibrio del consumo; como también los sistemas de almacenamiento y vehícu-

los eléctrico se consideran recursos energéticos distribuidos. Este aspecto de utilizar la generación distribuida producen las siguientes ventajas:

- Reducción de pérdidas por el transporte o distribución de electricidad.
 - Diversificación de tipo y número de generadores.
 - Control de la generación distribuida.
 - Fomentar el uso de energías renovables.
- Eficiencia energética y gestión de la demanda: Lo que se pretende con este concepto es realizar una previsión lo más exacta posible de las demandas de los consumidores para detectar consumos inapropiados, ver facturación y consumos futuros..., es decir, intentar mejorar y optimizar la energía, para ello se han implementado dispositivos como *Smart Meter*. Además del despliegue de estos dispositivos se han podido encontrar otros aspectos de importancia como:
 - Instalación de concentradores de teledistribución en los centros de transformación.
 - Implementación de comunicaciones *PLC*.
 - Combinación de tecnologías *LED* y halogenuro para reducir el consumo en luminarias.
 - Soluciones de eficiencia energética.
 - Kit de eficiencia energética para los usuarios residenciales que diferencian distintos consumos y pueden ser programados y controlados a distancia.
 - Implementación del Sistema de Gestión activa de la demanda (*SGAD*) que respetan los parámetros mínimos de utilidad y confort fijados por los clientes.
 - Vehículos eléctricos (*V2G*).

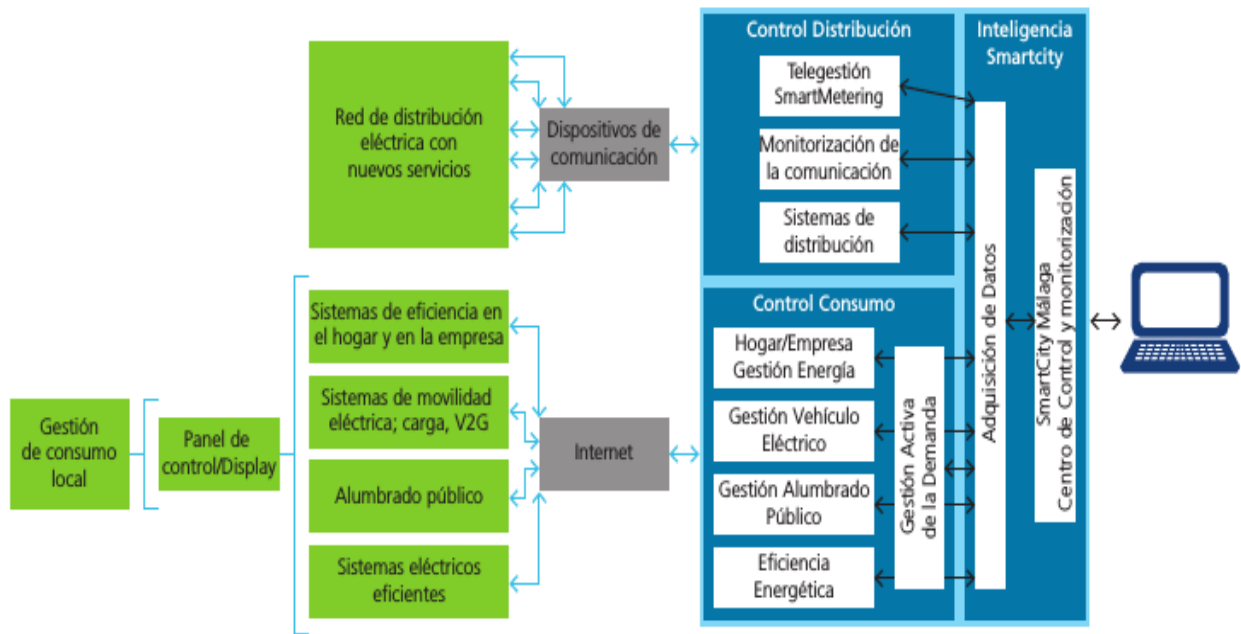


Ilustración 12: Todos los sistemas implementados. Fuente: SmartCity Málaga

Estableciendo los indicadores a todos los elementos estudiados para la *Smart City* de Málaga, han fijado los siguientes con los objetivos que vemos que están directamente relacionados, no solamente con los agentes e implementaciones descritas anteriormente, sino también con las áreas fijadas por la comisión europeas.

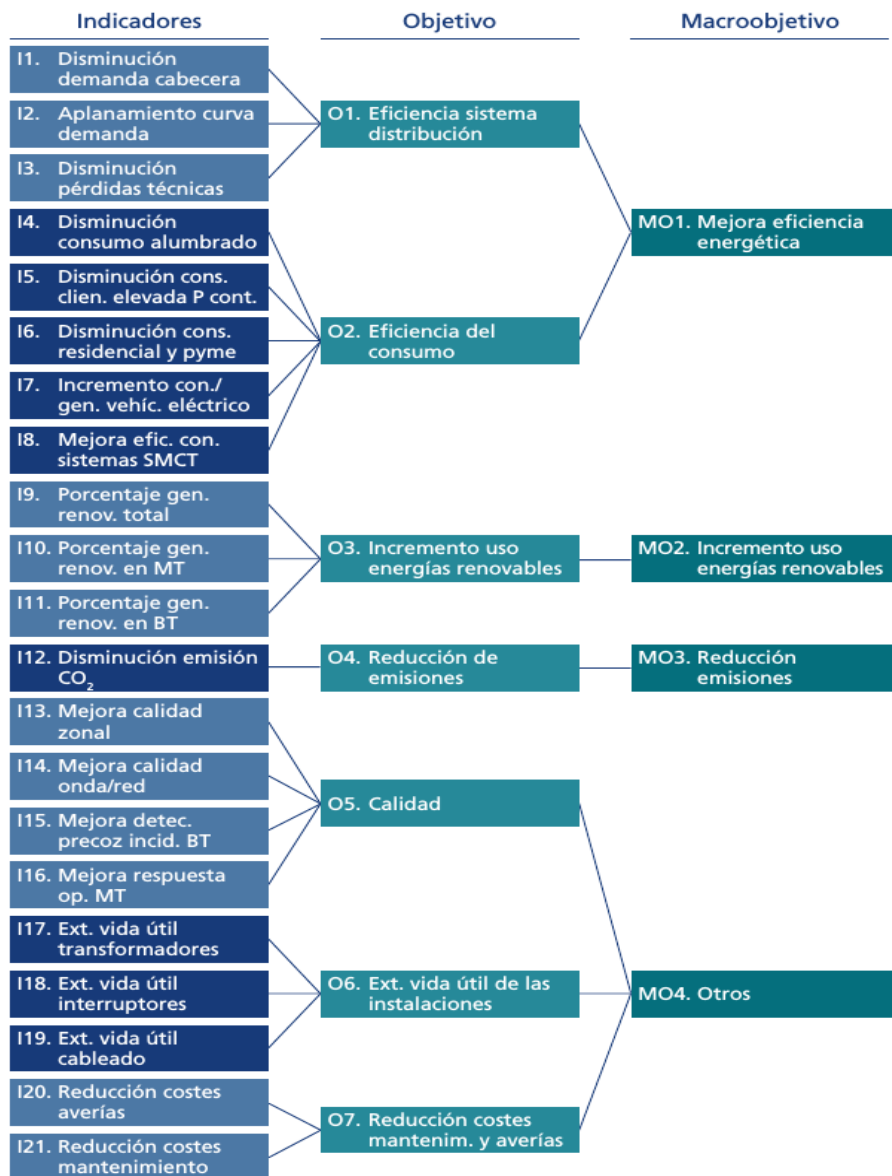


Ilustración 13: Indicadores, Objetivos y Macroobjetivos. Fuente: SmartCity Málaga

Por tanto, y teniendo en cuenta el contexto anteriormente descrito, podemos concluir que los productos desarrollados en sistemas, a través del concepto *Smart City*, han sido:

- Sistemas de Telegestión.
- Integración de Generación distribuida dentro del sistema de distribución y motorización de estos elementos.
- Puesto central de motorización y gestión de distribución.

- Portal del consumidor permitiendo a los consumidores conocer en tiempo real consumos y otros datos proporcionados.
- Motorización de los *KPI* para ver si cumplen los objetivos y macroobjetivos de la *Smart City* de Málaga.
- Interfaz de motorización de la red

3.3.1. Conclusiones

Aplicando los factores que están alrededor de una *Smart City* tenemos los siguientes resultados:

- **Gestión y organización:** Los modelos de producción se centran principalmente en las *TIC's*, que se basan en un clúster industrial local y regional como referencia de Andalucía; con la participación de las Universidades que ayudan a desarrollar nuevos modelos de producción y relaciones entre la política y sociedad.
- **Contexto económico:** Como hemos visto en el estudio de la ciudad, toda la infraestructura creada en torno a la eficiencia energética y al desarrollo de *TIC's*, puede proporcionar que un número elevado de compañías aprovechen dicha inversión para aportar servicios bajo ella. Esto ha atraído a un gran número de empresas en el sector de todo el mundo para aportar ideas y poder investigar y desarrollar sobre esta plataforma teniendo como objetivos:
 - Desarrollo económico y social de la ciudad y sus alrededores.
 - Generación de empleo.
 - Riqueza y el bienestar social.
 - Instrumento para ayudar a los diferentes sectores económicos.
 - Fortalecer la contribución del sector empresarial fomentando el desarrollo de las *PYMES*.

- **Infraestructura:** En cuanto a la infraestructura podemos resaltar:
 - Gestión de los servicios dados.
 - Red de Fibra óptica potenciando la red de alta velocidad.
 - Red inalámbrica establecida en diferentes puntos de la ciudad quedando ampliamente interconectada.
- **Medioambiente:** Como hemos visto, este es el aspecto más ampliamente beneficiado a través del desarrollo e implementación de *Smart City* en Málaga bajo el ámbito eco-eficiente. Los aspectos a resaltar y que se benefician los ya vistos:
 - Mejorar de las comunicaciones entre los centros a través de *PLC*.
 - Desarrollar sistemas de batería y mejora del consumo a través de los vehículos eléctricos, así como analizar la viabilidad técnica y económica.
 - Mejorar la eficiencia eléctrica en edificios públicos y de ciudadanos.
 - Reducir el ruido, contaminación, comunicaciones a través de la utilización de los sensores.
 - Aumentar y fomentar el uso de las energías renovables.
 - Controlar las emisiones de CO₂ y el consumo de energía al disponer de los datos en tiempo real.
- **Tecnología:** Málaga también es parte del proyecto *FI-WARE*[27]. Los proyectos se basan todos en la colaboración con empresas privadas de la siguiente manera:
 - e-Administración y migración de datos al *cloud* como punto principal para alcanzar el objetivo de datos abiertos.
 - Acuerdos con las compañías de transporte para, por ejemplo, permitir la compra y validación de billetes de autobuses urbanos a través de la tecnología móvil.
- **Administraciones públicas y/o Gobiernos:** El principal objetivo que pode-

mos ver que tiene Málaga es la automatización de los servicios urbanos e infraestructuras, incrementando la calidad de servicios y, así mismo, eliminar el gasto público. Los beneficios para el gobierno local se puede resumir en:

- Mejorar de la gestión en los ingresos de la ciudad.
 - Simplificar los procesos administrativos y procedimientos municipales.
 - Realizar un seguimiento de la gestión y eficiencia del consumo en las viviendas.
 - Modernizar los órganos de gobierno debido a la mejora de las infraestructuras.
 - Implementar plataformas para recibir y gestionar las incidencias y peticiones de los ciudadanos.
- **Ciudadanía:** Para la ciudadanía ha tenido dos aspectos relevantes:
 - Inmersión en las nuevas tecnologías y utilización de toda la infraestructura desplegada incluido el Internet del futuro, entre ellas, eficiencia energética, participación electrónica, movilidad sostenible, inclusión social, etc.
 - Promover el espíritu empresarial en la ciudad a través de los servicios que se derivan a través de los diferentes mecanismo para la financiación de proyectos públicos y privados.

3.4. Santander

Eligiendo otra ciudad para este proyecto, se ha centrado en una ciudad que aplique el otro orden de conceptos de *Smart City*, como es el Internet de las Cosas y del Futuro, y no centrado en la eficiencia energética como hemos visto para el caso de Málaga. Este es el caso del Santander y su proyecto *SmartSantander*[28], que se encuentra enfocada en el desarrollo de aplicaciones y servicios asociados a ella mediante una gran infraes-

estructura desplegada.

Como puede observarse en su página web, *SmartSantander* es una plataforma experimental de investigación para todo el ámbito europeo bajo la iniciativa *Future Internet Research and Experimentation (FIRE)* en el marco de la Internet de las Cosas (*IoT*) con unas condiciones reales. Este proyecto prevé un despliegue de 20.000 sensores para las ciudades de Belgrado, Guildford, Lübeck y Santander, donde a esta última le corresponderá una instalación de 12.000. Todo este proyecto llevará a cabo un gran despliegue de tecnología, la cual contribuirá enormemente a la Investigación, Desarrollo e Innovación en todo el ámbito europeo.

Es importante resaltar que todo este despliegue de tecnología desarrollará paralelamente un gran grupo de agentes involucrados y que ya hemos resumido en los capítulos anteriores. Estos agentes podrán ser desde empresas de infraestructuras, como usuarios finales; sin dejar de lado a *Start-ups* de desarrollo de aplicaciones y servicios e investigadores de administraciones públicas y privadas que podrán aprovecharse de toda esta infraestructura desplegada para desarrollar nuevos estándares, indicadores, algoritmos de ruteo, elementos de conexión y un largo etcétera.

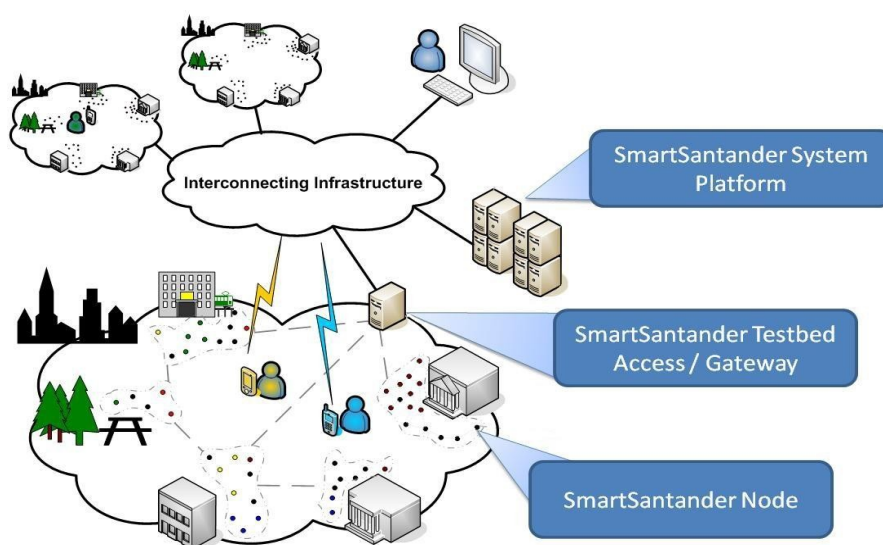


Ilustración 14: Infraestructura de SmartSantander. Fuente: SmartSantander

Este aspecto innovador que se está desarrollando en Santander ha fijados los siguientes objetivos principales a desarrollar:

1. Dada la juventud de la Internet de las Cosas (*IoT*), en cuanto a tecnología se refiere, no tiene una estandarización fijada; es por ello que se validarán los diferentes enfoques que hacen referencia de ella.
2. Además se evaluarán los enfoques que van asociados a la Internet de las Cosas como:
 1. Interacción y gestión de protocolos y mecanismos de la Internet de las Cosas.
 2. Tecnologías de dispositivos.
 3. Servicios aplicados a la tecnología desplegada en materia de seguridad, por ejemplo.
3. Involucrar la Internet de las Cosas en la sociedad y evaluar como ha sido de aceptable esa incursión.

Este gran proyecto europeo que se realiza en Santander ha provocado que tanto empresas privadas, administraciones públicas, centros de investigación y universidades se centre en ello y, beneficiándose de ello, generen servicios y soluciones finales para los ciudadanos. Por ejemplo, las empresas podrán experimentar diferentes tecnologías en dicha plataforma para luego poder comercializarse y crear nuevos modelos de negocios asociados a ella.

Por último se ha de comentar que el coordinador de este gran proyecto es “*Telefónica I+D*”, pero también existe un coordinador científico que es la Universidad de Cantabria. Es importante resaltar este aspecto, ya que la universidad se encuentra directamente ligada, ya no sólo a las administraciones públicas como los ayuntamientos, sino también a las empresas que se encuentran en torno a *SmartSantander* conociendo y creando diferentes soluciones para ella. Esto provoca una conexión muy importante en-

tre empresa privada/universidad/administraciones públicas en materia de *I+D+i*.

Como bien podemos ver en su web, algunos ejemplos prácticos que ya se están llevando a cabo a través de este proyecto son:

- Motorización medioambiental estática: En el que se han instalado alrededor de 2.000 dispositivos con la finalidad de medir temperatura, CO₂, ruido y luz.
- Gestión de aparcamiento en vía pública: Para ellos se encuentra instalados unos 400 sensores de aparcamiento en tecnología ferromagnética bajo el asfalto en las principales áreas de la ciudad.
- Monitorización medioambiental móvil: Instalación de dispositivos de motorización medioambiental en 150 vehículos públicos como taxis, autobuses y coches de policía.
- Motorización de la intensidad del tráfico: Colocación de dispositivos para medir el volumen de tráfico, ocupación de las calles, radares de velocidad o tamaño de las colas.
- Sistema guiado a aparcamientos en vía pública: sensores de aparcamiento, paneles informativos en intersecciones por ejemplo.
- Riego de parques y jardines: Motorización de parámetros de irrigación como temperatura, humedad, pluviómetro y anemómetro hacen la irrigación mas eficiente.
- Realidad aumentada: Etiquetas *RFID*/Código *QR* han sido desplegadas para conocer puntos de interés turístico, tiendas, etc.
- Recogida de información participativa: En este punto los usuarios utilizan sus teléfonos móviles para enviar información asociada a los propios sensores del teléfono, como las coordenadas *GPS*, temperatura, de manera que alimenta la plataforma con datos en tiempo real dados por ellos. Reportar a través del móvil

cualquier noticia o incluso recibir noticias a los eventos suscritos, son algunos de los servicios que se ofrecen a los usuarios.

3.4.1. Conclusiones

Aplicando los factores que están alrededor de una *Smart City* tenemos los siguientes resultados:

- **Tecnología:** Se ha desplegado una infraestructura en la que para los sensores de la *IoT*, repetidores y *Gateways* están equipados con la gestión de la red y el servicio y la experimentación de la misma. Toda estos elementos desplegados ha proporcionado que gran cantidad de datos viajen a través de la infraestructura al centro de control de Santander y mostrarse en los ciudadanos en tiempo real por medios como paneles digitales en las calles.
- **Contexto económico:** Al igual que vimos para Málaga el auge económico ha sido enorme ya que para una ciudad de pocos habitantes han llegado diferentes métodos de inversión, tanto en lo público como en la empresa privada, que se ven reflejados en dos aspectos principales:
 - Incremento de posibilidades de desarrollo tecnológico para los ciudadanos a través de la plataforma.
 - Reducción de los gastos para las administraciones y los ciudadanos al desplegarse dicha infraestructura.
- **Infraestructura:** Toda la infraestructura desplegada en la ciudad ha provocado que por ejemplo existan aplicaciones en las que puedes alertar de un bache en la ciudad subiendo la foto y mostrando tus coordenadas *GPS*. Este medios lleva una gran infraestructura desde el dispositivo móvil del usuario hasta la computadora que envía dicha información a las autoridades responsables de mejorar

dicho punto. Otro aspecto que se puede tener en cuenta y que beneficia a la gestión y eficiencia de la energía son los sensores desplegados en la ciudad para controlar la intensidad de la luz según haya viandantes en ese momento o no. De toda esta infraestructura ha provocado una gran modernización de la ciudad y también de la ciudadanía para que haga uso eficiente de ella.

- **Medioambiente:** El despliegue de sensores ha mejorado enormemente el aspecto de conservación del medio natural y emisiones de CO₂. Por ejemplo los sensores que hay en los contenedores de basura ha dado la virtud de poder optimizar las rutas de los recogedores y así gestionar las emisiones de CO₂ y consumo de carburantes.
- **Administraciones públicas y/o Gobiernos:** Un aspecto importante es la apertura de la información que antes eran confidenciales o de difícil acceso; incluidos los datos estadísticos sobre los cambios demográficos y los precios inmobiliarios.
- **Ciudadanía:** personas y comunidades se han beneficiado enormemente de las aplicaciones y servicios que se han creado a través del desarrollo de dicha plataforma haciendo participativa ya no sólo la utilización de las existentes, sino también mostrando sus necesidades y puntos de vista.

CAPÍTULO IV: NORMAS NACIONALES E INTERNACIONALES EXISTENTES

Como se ha podido observar en los capítulos anteriores, existen una gran variedad de agentes y tecnologías en torno a las *Smart Cities*. Este gran entorno ha dado lugar a que se deba estandarizar el entorno de desarrollo y seguimiento de la implementación que se esté realizando en una ciudad. Esta estandarización será el principal valedor para verificar la correcta o no implementación de una ciudad inteligente. Es por ello que se requiere de una serie de indicadores que en los que se obtenga parámetros cuantitativos de nuestra ciudad para realizar un seguimiento de la misma y auditar las mejoras que se están realizando.

En el capítulo siguiente nos vamos a detener en los indicadores de desempeño que son más importantes para la monitorización y seguimiento de una *Smart City*, pero primero vamos a conocer de qué estándares se han obtenido dichos indicadores: *ISO*, en el ámbito internacional, y *AENOR* en el ámbito nacional.

Antes de profundizar en dichos estándares se va a realizar también un breve repaso sobre la gran importancia de la estandarización y su implementación en la ciudad para una mejora de la calidad y eficiencia en una *Smart City*.

4.1. La necesidad de estandarizar y sus indicadores de desempeño

Como ya se ha descrito, el cambio de las ciudades es cada vez mayor. Es por ello que se necesitan capturar tendencias, indicadores de datos de línea base y ser estos últimos lo suficientemente amplios para captar los aspectos sociales y económicos de una ciudad.

Bajo este contexto, los indicadores deben ser capaces de captar las siguientes tendencias:

- Gran competencia entre ciudades mejor administradas. Esta competencia se puede observar como la competición de acaparar los mayores acontecimientos internacionales como ferias, competiciones deportivas...
- La gran importancia de los servicios e industrias creativas. Es por ello que las industrias de servicios son atraídas por la calidad de vida, conectividad y una fuerza laboral bien formada.
- Cambios demográficos en las ciudades. Mientras en unas ciudades está envejeciendo la población y se tiene que hacer frente a la escasez de mano de obra y servicios; en otras hay un aumento de la población juvenil que requiere una atención para aumentar de empleo, controlar la delincuencia/violencia y generar una igualdad de oportunidades.
- El crecimiento de las ciudades pequeñas o medianas. Incentivar el crecimiento de población de estas ciudades para intentar combatir la migración a las ciudades grandes.
- Crecimiento de las ciudades. Como ya se ha comentado se hace imprescindible la gestión de estas grandes ciudades intentando hacer que sean autosuficientes.
- La brecha urbano-rural. Se hace imprescindible intentar fomentar la economía rural y e intentar minimizar la migración y los impactos de esta.

- Controlar el descontento que puede provocar la economía sumergida. Se hace imprescindible intentar controlar el crecimiento urbano no administrado y su impacto en el medio ambiente.
- Aumento de la diversidad en las ciudades. Aunque esto seguramente suponga una ventaja es un punto que se hace imprescindible controlar al existir el riesgo de división de la población por sus orígenes, creencias o cultura.
- Ciudades como actores políticos imprescindibles. Los acuerdos ya no son abarcados solamente al ámbito nacional o estatal, sino que las ciudades juegan un papel clave para implementar acuerdos con otras o proporcionar ellas mismas las claves de I+D+i. Esto ha provocado que las ciudades estén exigiendo más poderes y autoridad a los gobiernos estatales y nacionales.
- Cambio climático. Como ya se ha descrito en los capítulos anteriores uno de los puntos fundamentales de las *Smart Cities* es reducir el cambio climático con la reducción de CO₂, eficiencia y control energético, suministro de agua, entre otros.

4.2. Estándar internacional ISO

En este punto se revisarán los estándares generales como la *ISO 9000* e *ISO 14000*, otras importantes para las *Smart Cities* como *ISO/TC 268*, *ISO 37101* e *ISO/TR 37150* y el recientemente creado y específico *ISO 37120* del que tiene gran parte de origen en los dos anteriores. También mencionar que existen otros estándares importantes, como el *ISO 37210*, o el aún en desarrollo, *ISO 37151*, sobre *Smart Cities* que se deberían de tener en cuenta.

4.2.1. ISO 9000

Si bien es cierto que la *ISO 9000*[29] tiene su origen en el sector de la manufactura ha derivado su certificación a un gran variedad de otros tipos de organizaciones. El gran punto sobre este tipo de estándar es que no garantiza la calidad de los productos ni servicios finales, sino que garantiza un proceso de negocio consistente. Es decir, evaluará un organismo y se emitirá la certificación una vez que reciba un plan de mejora de la gestión para resolver dichos problemas.

Esta certificación *ISO* deberá ser renovada a intervalos regulares, aproximadamente tres años. En este tipo de certificación se requieren dos auditorías:

- La interna: realizada por el personal interno capacitado.
- La externa: realizada por un organismo externo de certificación.

Resumiendo se puede decir que el objetivo principal de este estándar es el proceso continuo de revisión y evaluación para verificar que el sistema está funcionando apropiadamente y cumpliendo los objetivos para los que fué implementado.

4.2.2. ISO 14000

Por otro lado tenemos el principal estándar aceptado mundialmente para la gestión ambiental que es la *ISO 14000*[30]; proporcionando un marco de gestión para identificar, alcanzar y controlar los estándares de desempeño ambientales. Esta norma originaria fué creada en un inicio, e igual que la anterior, para la industria. Actualmente se está aplicando también a los gobiernos y organismos públicos, esbozando un enfoque de gestión para la identificación continua de problemas, mejoras en las prácticas ambientales, presentación de los resultados en los informes y el seguimiento global del rendimiento.

Por tanto, y bajo el contexto anteriormente descrito, cabe resaltar que el estándar

Sistema de Gestión de Medioambiente (EMS) ayudará a:

1. Reorganizar las interacciones que las actividades, servicios y productos tiene con el medioambiente.
2. Lograr continuas mejoras en los niveles de rendimiento ambientales.

Los objetivos que persiguen las instituciones públicas para conseguir dicha certificación incluye los siguientes objetivos:

- Desarrollar un modelo para un Sistema de Gestión Ambiental.
- Lograr el cumplimiento de la legislación y las expectativas locales.
- Obtener de los clientes locales e internacionales el reconocimiento.
- Demostrar compromiso con la buena gestión del medio ambiente.
- Aumentar de la eficiencia del uso de los recursos.
- Lograr una mayor capacidad de adaptación a las circunstancias cambiantes.
- Servir como un factor de motivación importante para la gestión y el personal.

4.2.3. ISO/TC 268

El estándar *ISO/TC 268*[31] es la normalización en el campo de las infraestructuras de la comunidad inteligente que, bajo el marco de desarrollo sostenible de las ciudades, incluye los siguientes conceptos básicos:

- Definir y describir infraestructuras como sistemas escalables e integrables.
- Uso de métricas para la aplicación de los diversos tipos de comunidades.
- Especificación de medición, reporte y verificación.

Estas normas se centra en los aspectos técnicos de las infraestructuras de la comunidad:

- Energía: Red de energía eléctrica, Gas, Combustibles...
- Agua: Procesamiento de agua industria, agua tratada y reutilización de la mis-

ma...

- Transporte/Movilidad: Tráfico de carretera, aéreo, ferrocarriles...
- Residuos: Reciclaje, gestión de residuos...
- Tecnologías de la Información y Comunicación: Distribución de sensores, *Data analytics*, *data mining*, seguimiento de personas, *Wi-Fi*...

Este concepto de “*Smart Community*” es abordado en términos de rendimientos sobre las soluciones tecnológicamente realizables, de acuerdo con el desarrollo sostenible de las comunidades.

4.2.4. ISO 37101

Por otro lado tenemos este estándar *ISO 37101*[32], que es específico de sistemas de gestión para el desarrollo sostenible y resiliencia de comunidades, estructurando su organización y siguiendo la metodología PDCA (Planificar – Hacer – Verificar – Actuar). Este estándar se encuentra bajo desarrollo, del que se espera que su publicación final esté prevista en 2016. Pero que podemos enumerar sus principales funcionalidades:

- Gestionar la sostenibilidad y resiliencia de las comunidades.
- Desarrollo sostenible.
- Evaluar el desempeño en este área

El principal problema de la implantación de esta norma es que no solamente las administraciones públicas deben estar implicados en ella, sino que los ciudadanos son parte fundamental de la misma.

4.2.5. ISO 37120

La norma *ISO 37120*[33] es un estándar que ha sido publicado en el 2014. Dicho estándar establece un conjunto de indicadores estandarizados que proporcionan un enfo-

que de lo que se mide y cómo se va a realizar dicha medida.

Antes de entrar en detalles de dicho estándar, y debido a la relevancia que dicha norma para el contexto de evaluación y seguimiento de una ciudad sobre *Smart City*, cabe resaltar que se encuentra centrada en la mejora de la calidad de vida y sostenibilidad de las ciudades mediante indicadores de desempeño (*KPI's*). Esto es debido a que los indicadores existentes a menudo no se encuentran estandarizados o son comparables a lo largo del tiempo entre ciudades. Bajo este enfoque se han creado una serie de normas internacionales que pretenden tener un desarrollo sostenible de comunidades con la norma *ISO TC/268*. Por tanto, la norma *ISO 37120* define y establece la definiciones y metodologías para un conjunto de indicadores para orientar y medir el desempeño de los servicios de la ciudad y la calidad de vida.

Cabe resaltar que los indicadores estandarizados permiten a las ciudades evaluar su desempeño y medir el progreso en el tiempo y también extraer elementos de relevancia con el fin de poder realizar comparaciones a nivel local y global. Esta evaluación de una ciudad permitirá ayudar a guiar las políticas, la planificación y la gestión a través de múltiples sectores que se encuentran alrededor de una *Smart City*.

Es por ello, que puede resumirse los siguientes beneficios que se obtienen al implementar dicho estándar:

- Eficacia en la gobernanza y la prestación de servicios.
- Puntos de referencia y metas internacionales.
- *Benchmarking* local y planificación.
- Toma de decisiones informadas para los responsables políticos y administradores de la ciudad.
- El aprendizaje entre ciudades.
- Buena gestión de la financiación y el reconocimiento de entidades internacionales.

les.

- Planificación de la sostenibilidad de una ciudad.
- Datos de transparencia y de puertas abiertas para la atracción de inversiones.
- *Big data - ISO* puede ayudar a dar a las ciudades una base fiable de datos estandarizados a nivel mundial que ayudará a las ciudades en la construcción de los conocimientos básicos para la ciudad de la toma de decisiones, y permitir una visión y evaluación comparativa mundial.

Por tanto, y teniendo en cuenta que dicha norma nos ofrece un conjunto de indicadores de desempeño para poder realizar un seguimiento de la ciudad, se establecerá dicha norma como principal para realizar una auditoría al caso práctico de Lima (Perú). Este conjunto de indicadores junto con los de *Global City Indicators*, serán los que se basará dicho trabajo en el siguiente punto de estudio.

4.2.6. ISO/TR 37150

Esta última norma *ISO 37150*[34], también reciente del 2014, está dirigida a las infraestructuras comunitarias inteligentes en la que, como ya se ha visto, detrás de cualquier comunidad se encuentran las infraestructuras, ya sea suministro de agua, transporte público, TIC's...

Dicho estándar tienen en cuenta el impacto ambiental, la eficiencia económica y la calidad de vida mediante las Tecnologías de la Información y Comunicación y las energías renovables. Esta integración de las infraestructuras en una *Smart City* proporcionan a la población un estilo de vida más saludable logrando hitos como reducción de costes, eficiencia energética, reducir la contaminación y una largo etcétera ya comentado en detalle.

Esta norma también posee un conjunto de métricas relevantes para las infraestruc-

turas de una *Smart City* que, al igual que la *ISO 37120*, permitirá ayudar a guiar las políticas, la planificación y la gestión. Dicha norma, al contrario que la anterior, está diseñada para ayudar a promover el comercio internacional de productos de infraestructura de una comunidad y dar información sobre las tecnologías para mejorar la sostenibilidad de las comunidades. Este hecho logrará exponer a otras comunidades los proyectos ya implementados en dicha ciudad evitando de esta manera “reinventar la rueda”.

Finalmente, los beneficios que se pueden obtener de esta norma se pueden enumerar en:

- Para administradores de infraestructuras:
 - Planificación más fácil.
 - Adquisición de infraestructura más fácil.
 - Decisiones de compra más fáciles.
 - Administración más fácil de múltiples proveedores.
- Para proveedores de infraestructuras:
 - Mejor comprensión de las necesidades del comprador.
 - Potencial incremento de las ventas globales.
 - Desarrollo más eficiente y eficaz.

4.3. Estándar nacional AENOR

Por otro lado se tiene también la normalización nacional que se encuentra a cargo de AENOR[3]. En ella se ha creado un comité técnico de normalización específico para las ciudades inteligentes llamado “comité *AEN/178: Ciudades inteligentes*”[35], responsable de elaborar normas técnicas y documentos nacionales (normas *UNE*). Este comité cuenta con representantes en todos los sectores ya mencionados.

La siguiente ilustración muestra como es la estructura de la normalización con una ciudad inteligente. En ella podemos ver los dos niveles diferenciados

- Nivel inferior: que se encuentran los productos, tecnologías, aplicaciones...
- Nivel superior: se encuentran normalizados cumpliendo eficientemente con las legislaciones vigentes.

Por el otro lado tenemos la gestión y control de la ciudad garantizando el buen gobierno y aprovechamiento de las infraestructuras y recursos.



Ilustración 15: Estructura de la Normalización de una Ciudad Inteligente. Fuente: AENOR

Por tanto, dentro las diferentes áreas de una *Smart City* encontramos las siguientes normas de los siguientes subcomités:

- Infraestructura (SC1):
 - *PNE 178101* Ciudades Inteligentes. Infraestructuras. Redes de Servicios Públicos: Establece tablas de métricas aplicables a las redes de los Servicios públicos como agua, residuos, energía, telecomunicaciones y transporte.
 - *PNE 178102* Ciudades Inteligentes. Infraestructuras. Infraestructuras de red TIC: Redes de fibra óptica, redes inalámbricas y CPD, desarrolla los requisitos esenciales y opcionales de una Red Municipal Multiservicio.
 - *PNE 178103* Ciudades Inteligentes. Infraestructuras. Convergencia de los Sistemas de Gestión-Control en una Ciudad Inteligente: Define las infraes-

estructuras, servicios y parámetros de funcionamiento de un edificio inteligente que permite su integración en una *Smart City*.

- *PNE 178104* Ciudades Inteligentes. Infraestructuras. Sistemas integrales para una Ciudad Inteligente: Define los usos y prestaciones de una plataforma integral, los tipos de usuarios, roles y perfiles, y los requisitos generales de integración, determinando las limitaciones.
- *PNE 178105* Ciudades Inteligentes. Infraestructuras. Accesibilidad universal, planeamiento urbano y ordenación del territorio: Se definen las infraestructuras, servicios y demás parámetros necesarios, así como unos índices para la verificación de dicha accesibilidad.
- *PNE 178106* Ciudades Inteligentes. Infraestructuras. Guías de Especificaciones para Edificios Públicos. Establece las especificaciones técnicas que se deben de contemplar en un nuevo edificio o reforma de los existentes de una forma global distinguiendo los Sistemas de Telecomunicación, Sistemas de Energía y restos de servicios como seguridad electrónica, accesos...
- Indicadores y Semántica (*SC2*):
 - *PNE 178201* Ciudades Inteligentes. Definición, requisitos e indicadores: Esta norma tendrá los siguientes objetivos:
 - Utilizar diferentes enfoques para llegar a una definición de *Smart City*.
 - Identificar un conjunto de atributos que permitan identificar a la *Smart City*.
 - Diseñar métricas que determinen los índices de “inteligencia” de una ciudad.
 - Mejorar la comunicación en las *Smart Cities*.
 - Aportar claridad a las disputas legales reduciendo la probabilidad de con-

fusión.

- Gobierno y Movilidad (SC3):
 - *PNE 1788301*: Ciudades Inteligentes. Datos abiertos (Open Data): Establecer pautas para la reutilización de documentos y recursos elaborados por el sector público sin que estén amparados bajo la Ley Orgánica de Protección de Datos.
 - *PNE 178302*: Ciudades Inteligentes. Interoperabilidad de puntos de recarga: Requisitos mínimos para considerar interoperable una infraestructura de recarga de vehículos eléctricos.
 - *PNE 178303*: Ciudades Inteligentes. Gestión de activos de la ciudad. Especificaciones: Especifica requisitos para mejorar el sistema de gestión de archivos municipales.
- Medio Ambiente (SC4):
 - *PNE 178401*: Ciudades Inteligentes. Alumbrado público. Tipología de telecontrol según zonificación: Establece los requisitos mínimos que debe cumplir cualquier sistema de telecontrol implantado en las instalaciones de alumbrado público.
- Destinos Turísticos (SC5):
 - *PNE 178501*: Sistema de gestión de los destinos turísticos inteligentes. Requisitos.
 - *PNE 178402*: Indicadores de los destinos turísticos inteligentes.

CAPÍTULO V: INDICADORES GLOBALES

DE UNA *SMART CITY*

En la evaluación de las ciudades como Málaga y Santander se ha podido observar como estas áreas concretas están fijadas en su proyecto bajo el enfoque de desarrollo en el área de investigación de la energía, el caso de Málaga, y el área de investigación en servicios y *TIC* para Santander.

En este capítulo veremos los diferentes indicadores que existen para poder llevar un seguimiento eficiente y evaluar las ciudades bajo el concepto de *Smart City*. Como veremos en el desarrollo del mismo no hay un índice o grado que catalogue una ciudad como *Smart* o no, sino que, estos indicadores nos servirán para llevar un control de nuestra ciudad.

5.1. Áreas de principales de evaluación

La Comisión Europea, como hemos visto en los capítulos anteriores, y a través de su informe *Smart Cities and Communities - European Innovation Partnership*[22] fijó las áreas de actuación principales en energía, transporte y Tecnologías de la Información y Comunicación. Su principal meta de actuación es la reducción de emisión de CO₂ y el consumo energético intentando hacer más eficiente este último aspecto.

Para realizar estos logros generales la Comisión Europea ha fijado las siguientes actuaciones concretas:

- Empleo de energías renovables en la ciudad.
- Sistemas eficientes de calefacción y de climatización.
- Sistemas inteligentes y eficientes de alumbrado.
- Diseño energéticamente eficiente de edificios.
- Empleo de materiales de construcción energéticamente eficientes.
- Aplicación de contadores inteligentes (*Smart Meters*) al suministro de energía y de agua.
- Gestión en tiempo real del suministro de energía.
- Sistemas de almacenamiento de energía.
- Aplicación de sistemas de información al suministro energético para facilitar la gestión de la demanda.
- Transporte público basado en energías alternativas.
- Gestión del transporte basada en *TIC*, para reducir el consumo y la emisión de gases de efecto invernadero.
- Uso del vehículo eléctrico e integración de éste en la *Smart Grid*.
- Reducción de la huella de carbono de centros de proceso de datos y equipamiento de telecomunicación.

5.2. Organizaciones *KPI's* y sus indicadores.

Entrando ya en detalle con los indicadores de desempeño, es importante resaltar que estos se pueden clasificar en dos tipos:

1. Los que miden la producción y cantidad de bienes o servicios producidos.
2. Los que evalúan los resultados de dichos productos/servicios. Estos indicadores se recogen, generalmente, antes de que comience el proyecto, durante la ejecución y al finalizar.

Una vez conocida la clasificación general de los *KPI's*, podemos resumir las entidades que han trabajado estos en las siguientes:

- *UN-Habitat*[36]: una de las principales organizaciones para diseñar, organizar y publicar las bases de datos sobre los indicadores urbanos. Esta organización está centrada en los indicadores urbanos para conseguir los objetivos de desarrollo.
- *World Health Organization*[37] (*WHO*): el cual recoge 32 indicadores de salud de la ciudad.
- *UNESCO*: que posee una serie de indicadores para la lucha contra el racismo.
- Fundación Europea que propuso una serie de indicadores urbanos bajo “*European Common Indicators Project*”[38].
- *City Mayors*[39]: que es una página web independiente de expertos internacionales que promueven ciudades fuertes y con buenos gobiernos. Establecen 40 indicadores en las categorías de: estabilidad, salud, cultura, medio ambiente, educación e infraestructura.
- *International Institute for Sustainable Development*[40] (*IIDS*): trabajando indicadores relacionados con el desarrollo sostenible.
- *International Sustainability Indicators Network*[41]: con indicadores para medir

el progreso hacia una economía sostenible, la sociedad y el medio ambiente.

- *Global City Indicators*: Organización que establece un conjunto de indicadores de ciudad para poder ver su progreso y del que ha sido basado este proyecto para nuestro estudio sobre Lima (Perú).
- *ISO 37120:2014*[42]: Como se ha comentado en el capítulo de estandarización es el primer estándar *ISO* netamente para las *Smart Cities*. Para el estudio de Lima (Perú) tiene gran importancia muchos de sus indicadores.

Sin embargo, queda mucho trabajo todavía para que los indicadores de desempeño queden estandarizados, consistentes y comparables. Por lo tanto, es importante resaltar que los indicadores pueden utilizarse como puntos de referencia y de comparación entre países a lo largo del tiempo, aunque la evaluación de estos no nos va a decir que “grado de *Smart City*” tiene un ciudad.

Bajo este enfoque descrito, se ha optado por utilizar los indicadores de desempeño expuestos a continuación para analizar Lima (Perú) en las áreas y sectores clave de la Comisión Europea. Estos indicadores han sido seleccionados de la *ISO 37120* y de *Global City Indicators*.

Por último, indicar que en el Anexo 1 se puede encontrar la tabla de indicadores de desempeño seleccionados para la evaluación de una ciudad según las áreas de actuación.

5.3. Indicadores de desempeño seleccionados

El siguiente punto muestra las diferentes áreas de trabajo que tenemos según la dimensión seleccionada para dicho trabajo, que es la ya comentada *Chourabi et Al*[5]. Bajo este contexto de dimensiones se ha subdividido en áreas de trabajo de las cuales se han especificado los indicadores a evaluar y cuantificar para poder realizar una au-

ditoría eficaz en una ciudad/comunidad.

Recordemos áreas que ya hemos evaluado y que fueron descritas según *Chourabi et Al*[5]:

- Gestión y organización.
- Tecnología.
- Contexto económico.
- Infraestructura.
- Medio ambiente.
- Administraciones públicas y/o Gobiernos.
- Ciudadanía.

Por último resaltar que todos los indicadores desempeño mostrados a continuación han sido obtenidos en su gran mayoría por *Global City Indicators* (a partir de ahora *GCI*) y la *Norma ISO 37120:2014*.

5.3.1. Medioambiente

En referencia al sector de Medio ambiente tenemos diferentes indicadores de desempeño estructurados según su área de trabajo. Para ello se verá la división por área de trabajo:

1. En **edificios inteligentes** tenemos los siguientes indicadores:

Indicador	Descripción
Edificios certificado de sostenibilidad	Número de certificados de sostenibilidad LEED o BREAM en los edificios de la ciudad (Nota: si su ciudad utiliza otro estándar por favor indicar)
	Porcentaje de edificios comerciales con Smart Meters
	Porcentaje de edificios comerciales con un sistema de automatización de edificios
Casas inteligentes	Porcentaje de viviendas con Smart Meters

Tabla 4: Indicadores para Edificios Inteligentes. Fuente: GCI / ISO 37120

Es importante resaltar el siguiente punto:

- Porcentaje de edificios comerciales con un sistema de automatización de edificios: estos sistemas de automatización de los edificios pueden trabajar dife-

rentes aspectos como:

- Control de Servicios básicos: Ventilación, control de iluminación, ventilación mecánica, calefacción, aire acondicionado, sistemas eléctricos, sistemas Hidráulicos.
- CCTV: Análoga, IP, vídeo analítica, transmisión inalámbrica de vídeo.
- Seguridad perimetral: Barreras infrarrojas o de microondas, detección de movimientos, detección de paso de personas por medio de dispositivos enterrados en el piso.
- Detección y extinción de incendios.
- Control de Acceso: Control de ingreso áreas restringidas, asignación de niveles de estado por clase de empleados, registro histórico de transacciones, manejo de datos en red (nómina, personal, etc.), control de visitantes, facilidades para la realización de consultas y generación de reportes, función del sistema (seguridad control de personal y horarios), tecnología de lectura (tarjetas, biométricas, voz, etc.), niveles de seguridad de las zonas, carnetización de empleados y tarjeta inteligente para accesos y el manejo de eventos.

2. Gestión de los recursos:

Indicador	Descripción
Energía	Porcentaje del total de energía derivada de fuentes renovables (ISO 37120: 7.4)
	El uso total residencial de energía per cápita (en kWh / año) (ISO 37120: 7.1)
	Porcentaje de elementos para un Smart Grid: La comunicación de 2 vías, Sistemas de control automatizados para hacer frente a las interrupciones del sistema, Información en tiempo real para los clientes, Permitir la generación distribuida.
Carbón Footprint	Gases de efecto invernadero o CO2 emitidos. Esta medición será en toneladas per cápita (ISO 37120: 8.3).
Enfermedades por contaminación	Cantidad de enfermedades/personas provocadas por la contaminación
Calidad del aire	Concentración de materia (mg/m3) (ISO 37120: 8.1)
Generación de residuos	Porcentaje de los residuos sólidos de la ciudad de que se recicla (ISO 37120: 16.2)
	Total de residuos sólidos recogidos per cápita (en kg) (ISO 37120: 16,3)
Consumo de agua	Porcentaje de edificios con Smart meters de agua
	Porcentaje de la población con servicio de agua potable
	Total de consumo de agua per cápita (litros/día) (ISO 37120: 21.5)

Tabla 5: Indicadores para Gestión de los Recursos. Fuente: GCI / ISO 37120

3. Planificación urbanística sostenible:

Indicador	Descripción
Planificación de la capacidad de recuperación del clima	Especificar si cuenta con un plan o estrategia de “resilience” climática.
Densidad de población	Densidad de la población por metro cuadrado
Espacios verdes por cápita	Cantidad de espacios verdes por 100,000 (en m2) (ISO 37120: 19.1)

Tabla 6: Indicadores para la Planificación Urbanística Sostenible. Fuente: GCI / ISO 37120

5.3.2. Infraestructura

En cuanto a la infraestructura tenemos las siguientes áreas:

1. Transporte eficiente:

Indicador	Descripción
Transporte de energía eficiente	Kilómetros de camino de bicicleta por 100,000 (ISO 37120: 18.7)
	Numero de bicicletas compartidas per cápita
	Numero de vehículos compartidos per cápita
	Numero de puntos de carga eléctrica per cápita

Tabla 7: Indicadores para Transporte Eficiente. Fuente: GCI / ISO 37120

2. Acceso multi-modal:

Indicador	Descripción
Transporte publico	Número anual de viajes en transporte público por habitante (ISO 37120: 18.3)
	Porcentaje de viajes de transporte no motorizados de transporte total de
	Sistema de tarifa electrónica para el transporte publico

Tabla 8: Indicadores para acceso Multi-modal. Fuente: GCI / ISO 37120

3. Infraestructura tecnológica:

Indicador	Descripción
Tarjetas inteligentes	Porcentaje de los ingresos totales del transporte público obtiene a través de los sistemas de tarjetas inteligentes unificadas
Acceso en tiempo real a la información	Sistema de precios basados en la demanda (e.g. congestión, precios, plazas de aparcamiento, peajes...) Y/N
	Porcentaje de semáforos conectado al sistema de gestión de tráfico en tiempo real
	Número de servicios de transporte público que ofrecen información en tiempo real para el público: 1 punto por cada categoría de tránsito hasta 5 puntos en total (autobús, tren regional, metro, sistema de tránsito rápido (BRT, por ejemplo, tranvía), y el intercambio de modos (por ejemplo bikesharing, carsharing)
	La disponibilidad de aplicaciones de tránsito multimodal con al menos 3 servicios integrados (S / N)

Tabla 9: Indicadores para Infraestructura Tecnológica. Fuente: GCI / ISO 37120

4. Infraestructura de conexión:

Indicador	Descripción
Cobertura Wi-Fi	Numero de puntos W-Fi por km2
Cobertura banda ancha	Porcentaje de los usuarios comerciales y residenciales con descarga de Internet velocidades de al menos 2 Mbit / s
	Porcentaje de los usuarios comerciales y residenciales con descarga de Internet velocidades de al menos 1 gigabit / s
Sensores	Número de componentes de la infraestructura con sensores instalados 1 punto para cada uno: el tráfico, la demanda de transporte público, estacionamiento, la calidad del aire, residuos, H2O, alumbrado público
Operaciones de salud + seguridad integrada	Número de servicios integrados en un centro de operaciones singulares aprovechando datos en tiempo real. 1 punto por cada uno: ambulancia, la respuesta de emergencia / desastre, el fuego, la policía, el clima, el tránsito, la calidad del aire

Tabla 10: Indicadores para Infraestructura de Conexión:. Fuente: GCI / ISO 37120

5.3.3. Gobierno

En cuanto al gobierno para este informe se ha centrado en los procedimientos tecnológicos más importantes para lograr, ya no solo una transparencia en la gestión política, sino acercar las instituciones políticas y administraciones públicas a la ciudadanía. Por ello, diferenciamos las siguientes áreas:

1. Servicios *Online*:

Indicador	Descripción
Procedimientos Online	Porcentaje de los servicios gubernamentales que se puede acceder por los ciudadanos a través de Internet o teléfono móvil
Pagos electrónicos	Existencia de pagos electrónicos? Como pagos a Seguridad Social. Y/N

Tabla 11: Indicadores para Servicios *Online*. Fuente: GCI / ISO 37120

2. *Open Government*:

Indicador	Descripción
Open Data	Uso de Open data
Open Apps	Numero de apps móviles disponibles basados en open data
Privacidad	Existencia de una política oficial de privacidad en toda la ciudad para proteger los datos confidenciales ciudadano

Tabla 12: Indicadores para *Open Government*. Fuente: GCI / ISO 37120

5.3.4. Economía

Sobre la economía se han escogido varios indicadores que están directamente vinculados con el emprendimiento y la productividad, y por ende, del desarrollo de un país. Las áreas son:

1. Emprendimiento e innovación:

Indicador	Descripción
Nuevas startups	Numero de nuevas startups al año
R + D	Porcentaje PIB invertido en Investigación y desarrollo en el sector privado
Niveles de empleo	porcentaje con empleo a tiempo completo (ISO 37120: 5.4)
	Porcentaje de desempleo
Patentes	Numero de patentes establecidas en el ultimo año
Emprendedores	Numero de registros de empresas el ultimo año
Innovación	Indice de innovación de la ciudad

Tabla 13: Indicadores para Emprendimiento e Innovación. Fuente: GCI / ISO 37120

2. Productividad:

Indicador	Descripción
Datos económicos	Producto interior bruto en US\$
	Porcentaje de crecimiento económico anual

Tabla 14: Indicadores para Productividad. Fuente: GCI / ISO 37120

3. Conexión Local y Global:

Indicador	Descripción
Exportaciones	Porcentaje del PIB basado en tecnología
Eventos internacionales realizados	Número asistentes de congresos y ferias internacionales

Tabla 15: Indicadores para Conexión Local y Global. Fuente: GCI / ISO 37120

5.3.5. Ciudadanía

Se evaluarán también los aspectos en los que se encuentra la población en diferentes ámbitos como edad, educación y uso de tecnología. Los indicadores de cada área son:

1. Franja de edad:

Indicador	Descripción
Niños	Porcentaje de la población niños (0-14)
Jóvenes	Porcentaje de la población jóvenes (15-24)
Adultos	Porcentaje de la población niños (25-64)
Ancianos	Porcentaje de la población niños (65+)

Tabla 16: Indicadores para Franja de edad. Fuente: GCI / ISO 37120

2. Inclusión:

Indicador	Descripción
Hogares conectados a Internet	Porcentaje de hogares conectados a Internet
Smart phones	Porcentaje de residentes con Smart Phone
Matrimonios civiles	Numero de enlaces civiles ofrecidos en el ultimo año
Inmigrantes	Porcentaje de la población nacida en el extranjero
Participación ciudadana	Porcentaje de voto en las ultimas elecciones (ISO 37120: 11.1)

Tabla 17: Indicadores para Inclusión. Fuente: GCI / ISO 37120

3. Educación:

Indicador	Descripción
Educación secundaria	Porcentaje de la población con educación secundaria (ISO 37120: 6.3)
Graduados universitarios	Número de títulos de educación superior por cada 100.000 habitantes (ISO 37120: 6.7)

Tabla 18: Indicadores para Educación. Fuente: GCI / ISO 37120

4. Creatividad:

Indicador	Descripción
Trabajos de industria creativa	Porcentaje de la población activa (LF) en industrias creativas

Tabla 19: Indicadores para Creatividad. Fuente: GCI / ISO 37120

5.3.6. Gestión y Organización

Por último se repasarán los indicadores de desempeño para este agente centrándose en cultura y bienestar, seguridad y sanidad con los siguientes indicadores de desempeño:

1. Cultura y Bienestar:

Indicador	Descripción
Condiciones de vida	Porcentaje de habitantes con deficiencia de la vivienda en cualquiera de los siguientes 5 Areas (agua potable, el saneamiento, el hacinamiento, la deficiente calidad de los materiales, o que carecen de electricidad)
Indice Gini	Coficiente de Gini de la desigualdad
Ranking de calidad de vida	Ranking Mercer en calidad de vida
Inversión en Cultura	Porcentaje del presupuesto municipal asignado a la cultura

Tabla 20: Indicadores para Cultura y Bienestar. Fuente: GCI / ISO 37120

2. Seguridad:

Indicador	Descripción
Crimen	Tasa de delitos violentos por cada 100.000 habitantes (ISO 37120: 14.5)
Prevención de crimen	Numero de policías por habitante
	Número de tecnologías para ayudar en la prevención del delito, 1 punto por cada uno de los siguientes: cámaras de video Streaming, aplicaciones de taxi, tecnologías de software de predicción del crimen

Tabla 21: Indicadores para Seguridad. Fuente: GCI / ISO 37120

3. Sanidad:

Indicador	Descripción
Historial medico	Porcentaje de personas con un historial medico digital
Expectativas de vida	Esperanza de vida (ISO 37120: 12.1)

Tabla 22: Indicadores para Sanidad. Fuente: GCI / ISO 37120

CAPÍTULO VI. EVALUACIÓN Y AUDITORÍA

DE *KPI'S* SOBRE LIMA

Por último se va a aplicar todos los conceptos descritos sobre una gran metrópoli; en el caso de dicho estudio será Lima, capital en Perú. Para ello, en este capítulo se va a analizar la situación actual en la que se encuentra para crear un ambiente de trabajo óptimo a la evaluación de los indicadores de desempeño ya escogidos y nombrados en el capítulo anterior.

Finalmente se realizará unas conclusiones sobre esta auditoría de *KPI's* sobre una metrópoli con el fin de poder establecer unas políticas adecuadas para asegurar el correcto desarrollo de una ciudad dentro del marco de una *Smart City*.

6.1. Situación Actual

Lima, capital de Perú y centro económico del país es una ciudad con más de diez millones de habitantes en una zona desértica. Es la segunda mayor ciudad del mundo situada en el desierto, este hecho hace que los recursos naturales brillen por su ausencia y deban estar bien administrados para poder abastecer a la ciudad entera. Esta condición de aridez, junto al ser una ciudad con un crecimiento medio en los últimos años en torno al 7%, ha provocado que las autoridades enfrente este desbalance energético y de agua siendo una de las líneas principales de actuación su estudio e investigación.

A través el Centro Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC) y junto al Ministerio de Producción, y en semejanza a las políticas europeas, han establecido que el concepto de *Smart Cities* (en toda su amplitud) sea una de las líneas principales de investigación y desarrollo para todo el conjunto del país[43].

Lima, como hemos descrito anteriormente es el centro económico del país y alberga aproximadamente a la tercera parte de la población peruana. Su situación en el desierto costero del océano Pacífico hace que solamente cuente con el 2.2% de los recursos hídricos del país para mantener a la población.

Es por el contexto descrito anteriormente, que las autoridades políticas del país junto con diferentes informes de organizaciones nacionales e internacionales han puesto un punto crítico en la gestión de agua, energía y población del país pero sobre todo de su capital, Lima. Por tanto, para entender la rápida y necesaria actuación de las autoridades en este tema, primero deberemos conocer como se encuentra dichos conceptos y que justifique el rol actual de los ecosistemas actuales para revertir la situación actual.

En resumen, se puede llegar a la conclusión que la capital esta llegando a un punto

de colapso en cuanto al consumo de los recursos naturales y energía que puede ofrecer y por el que deberán apostar mas por la inversión para poder hacer una ciudad más sostenible y menos dependiente como la que que nos encontraremos con este estudio.

6.2. Indicadores de desempeño en Lima

Viendo el estado actual en el que se encuentra una metrópoli como Lima, por la situación económica, social, ambiental y política que se ha descrito en el apartado anterior, todo parece indicar que hay una cierta emergencia de tener que “modernizar” la ciudad de forma eficiente y auto-sostenible. Muchos son los aspectos en los que se encuentra en esta “modernización” pero desde el punto de vista del autor de este texto se está haciendo de una forma en la que las nuevas prácticas de desarrollo brillan por su ausencia llevando a cabo viejas prácticas, no en su totalidad, pero si en su mayoría, que están haciendo más larga y duradera dicha modernización. Un ejemplo claro de este aspecto descrito, es la falta de información sobre determinados indicadores de desempeño descritos, muchos de ellos básicos y que se deberían de controlar por las administraciones públicas para, entre todos, construir un modelo urbanístico y social acorde a las nuevas tendencias, y, como no, acorde a un desarrollo bajo el concepto “*Smart*” de dicha ciudad.

Es esta falta de información, o, como se encuentra catalogado en las administraciones hoy en día, “*Open Government*” y sus “*Open Data*”, que dichos indicadores se han tomado bajo los siguientes criterios:

- En algunos casos por unos estudios no del todo fiable sacados de internet y documentos de hemeroteca,
- y otros, haciendo unos cálculos, que habiendo medido u obtenido dichos datos para una zona perimetral delimitada, se ha calculado para la metrópolis en ge-

neral.

Estos datos de indicadores de desempeño se han intentado calcular de la forma más equitativa posible teniendo en cuenta el gran desbalance de desarrollo urbano-rural que se puede encontrar entre las distintas zonas/distritos. Tampoco se ha querido catalogar este informe con un índice de *Smart City* para Lima ya que no se tienen precedentes sobre algún informe anterior. Hay que recordar que dichos datos no nos pone una “etiqueta” de cuanto de *Smart* tiene la ciudad sino llevar un control para mejorar la ciudad con los diferentes aspectos tecnológicos que pueden implementarse en ella.

Por otro lado, y teniendo en cuenta todos estos puntos descritos, no puede asegurarse al 100% la veracidad de los datos, unas políticas de las administraciones públicas bajo un gobierno abierto (*e-Government*) mejoraría este informe enormemente.

Por tanto y siguiendo la política de distribución de áreas según *Chourabi et al*[5] veamos las métricas obtenidas en cada una. En el Anexo 2 podremos ver la tabla de indicadores de desempeño para Lima con sus respectivos valores.

6.2.1. Medioambiente

Este apartado evaluará los valores pertenecientes al área de trabajo perteneciente al Medio ambiente.

Edificios inteligentes:

Indicador	Descripción	Datos de la ciudad
Edificios certificado de sostenibilidad	Número de certificados de sostenibilidad LEED o BREAM en los edificios de la ciudad (Nota: si su ciudad utiliza otro estándar por favor indicar)	89
	Porcentaje de edificios comerciales con Smart Meters	0
	Porcentaje de edificios comerciales con un sistema de automatización de edificios	20
Casas inteligentes	Porcentaje de viviendas con Smart Meters	0

Tabla 23: Valores para indicadores sobre Edificios Inteligentes

Edificios con certificado de sostenibilidad:

- Sobre el número de certificados *LEED* según el informe de Biswanger Perú[44]

solamente en estos momentos 88 edificios cuentan con una certificación LEED. Por otro lado, y relativo a las viviendas para los ciudadanos, solamente encontramos 1 vivienda, recientemente construida con dicha certificación, según la Agencia de Noticias Orbita[45].

- En el caso de los *Smart Meters*, se ha procedido a preguntar a los centros de energía renovable como el de la Universidad Nacional de Ingeniería, del que se ha comentado que todavía Perú no posee la infraestructura para poder implementar dichos contadores, infraestructura descrita con detalle en el ejemplo de *Smart City Málaga*. Por lo que se ha puesto al 0% ya que ni las mismas compañías eléctricas del país tienen información publicada a este fin.

Casas inteligentes:

- Para el número de edificios con sistema de automatización se ha puesto un 20% de Lima que es el porcentaje de edificios como hoteles, oficinas y edificios que se encuentra con un gran desarrollo. Estos edificios se encuentran mayormente en el centro financiero como es el distrito de San Isidro.

Gestión de los recursos:

Indicador	Descripción	Datos de la ciudad
Energía	Porcentaje del total de energía derivada de fuentes renovables (ISO 37120: 7.4)	0.027
	El uso total residencial de energía per cápita (en kWh / año) (ISO 37120: 7.1)	1248
	Porcentaje de elementos para un Smart Grid: La comunicación de 2 vías, Sistemas de control automatizados para hacer frente a las interrupciones del sistema, Información en tiempo real para los clientes, Permitir la generación distribuida.	0
Carbón Footprint	Gases de efecto invernadero o CO2 emitidos. Esta medición será en toneladas per cápita (ISO 37120: 8.3).	2
Enfermedades por contaminación	Cantidad de enfermedades/personas provocadas por la contaminación	3872
Calidad del aire	Concentración de materia (mg/m3) (ISO 37120: 8.1)	294.12
Generación de residuos	Porcentaje de los residuos sólidos de la ciudad de que se recicla (ISO 37120: 16.2)	11
	Total de residuos sólidos recogidos per cápita (en kg) (ISO 37120: 16.3)	1
Consumo de agua	Porcentaje de edificios con Smart meters de agua	0
	Porcentaje de la población con servicio de agua potable	91
	Total de consumo de agua per cápita (litros/día) (ISO 37120: 21.5)	120

Tabla 24: Valores para indicadores sobre Gestión de los Recursos

En cuanto a Energía:

- Según el último informe sobre energía que puede verse en el artículo del la re-

vista Gestión[46] en Perú del total de la energía que se produce solamente se tiene el 2,7% proveniente de energía renovables.

- El consumo de energía por habitante lo podemos encontrar en los datos del Banco Mundial[47] y observamos como ha aumentado con respecto a la franja anterior.
- El porcentaje de elementos para una *Smart Grid* no se ha encontrado ninguna referencia.

El indicador *Carbon footprint*:

- Las toneladas, según el Banco Mundial[48], son de 2.0 por habitante al año.

Enfermedades por contaminación:

- El siguiente punto da los datos de las personas que han fallecido por causa directa de la contaminación en 2008. Son los últimos datos que se han podido encontrar sobre este punto que son dados por la Organización Mundial de la Salud[49].

Calidad del aire

- En cuanto a la concentración de materia, el valor dado es perteneciente al Dióxido de Nitrógeno (NO₂) en el año 2010 para la ciudad de Lima.

Generación de residuos:

- Según la Organización sin ánimo de lucro peruana Recíclame solamente el 11% de los peruanos reciclan.
- Para la obtención de los residuos sólidos se ha escogido la tesis[50] en la que muestra las estadísticas por distrito siendo en Lima 1 Kg/habitante.

Consumo de agua:

- Sobre el uso de *Smart Meters* no hay ninguna constancia de que se estén utilizando. Según varios informes de universidades y administraciones públicas en

estos momentos se está estudiando la posibilidad incorporarlos. Es por ello, y al igual que en la electricidad, que se haya dejado a 0.

- El porcentaje de la población al consumo humano según los datos del Banco Mundial[51] esta catalogado en el 91%. Eso quiere decir que la gran mayoría de personas en Perú tiene acceso de al menos 20 litros de agua al día.
- Para el caso del consumo de agua vemos que para Lima, según WWF[43], es de 120 litros al día por habitante; siendo este un punto crítico ya que el consumo es el doble de, por ejemplo, ciudades como París, y mucho más elevado que otras ciudades como Bogotá o Santiago de Chile.

Planificación urbanística sostenible:

Indicador	Descripción	Datos de la ciudad
Planificación de la capacidad de recuperación del clima	Especificar si cuenta con un plan o estrategia de “resilience” climática.	N
Densidad de población	Densidad de la población por metro cuadrado	269.1
Espacios verdes por cápita	Cantidad de espacios verdes por 100,000 (en m2) (ISO 37120: 19.1)	2.9

Tabla 25: Valores para indicadores sobre Planificación Urbanística Sostenible.

Planificación de la capacidad de recuperación del clima:

- Si bien es cierto que Lima se encuentra en proceso de transición hacia un cambio en la emisión de gases efecto invernadero y una intencionalidad de cambiarlo[52], aunque a día de hoy no tiene un plan específico para revertir esta situación.

Densidad de población:

- En cuanto a la densidad poblacional tenemos, según el Instituto Nacional de Estadística de Perú[53], una densidad en Lima de 269,1 habitantes/Km². Por otro lado tenemos en Perú, en su conjunto como país 24,8 habitantes/Km².

Espacios verdes *per cápita*:

- Según recomienda la Organización Mundial de la Salud los m²/habitante de zonas verdes que debe haber en una ciudad está entre 9 y 12, sin embargo en

Lima se tiene 2.9 m²/habitante. Datos dados por el diario “El Peruano”[54].

6.2.2. Infraestructura

En cuanto a la infraestructura tenemos las siguientes áreas:

Transporte eficiente:

Indicador	Descripción	Datos de la ciudad
Transporte de energía eficiente	Kilómetros de camino de bicicleta por 100,000 (ISO 37120: 18.7)	1.72
	Numero de bicicletas compartidas per cápita	250
	Numero de vehículos compartidos per cápita	0
	Numero de puntos de carga eléctrica per cápita	0

Tabla 26: Valores para indicadores sobre Transporte Eficiente.

Transporte de energía eficiente:

- Según encontramos en un informe de la Pontificia Universidad Católica del Perú[55], en Lima hay actualmente 150 kilómetros de ciclovía. Por otro lado según los datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática[56] la población actual es de 8.693.387 habitantes. Por lo que tenemos 1,72 Kilómetros por cada 100.000 habitantes.
- Los dos distritos que cuentan con dicho servicio es el de San Borja con 200 bicicletas y Miraflores, aunque este último distrito lo ofrece una empresa privada con un coste para los usuarios por día.
- En cuanto al número de vehículos compartidos no se tiene ningún dato.
- Igualmente no se encuentra ningún punto de carga eléctrica de vehículos.

Acceso multi-modal:

Indicador	Descripción	Datos de la ciudad
Transporte publico	Número de viajes de trasporte urbano al día	10,664,000
	Número de viajes de no motorizados al día	5,493,000
	Sistema de tarifa electrónica para el transporte publico	2/409

Tabla 27: Valores para indicadores sobre Multi-modal.

Transporte público:

- En cuanto al indicador del número anual de viajes se ha sustituido por el indicador que se lleva a cabo en Lima en el cual es “Número de viajes de transporte urbano al día”[57].
- En el motorizado también se ha modificado según los indicadores que se tiene en Lima por “Número de viajes de transporte no motorizado al día”[57].
- Por último solamente se tiene sistema electrónico en las dos líneas de metro que existen: Metropolitano y Tren Eléctrico de las 409 líneas que hay en Lima.

Infraestructura tecnológica:

Indicador	Descripción	Datos de la ciudad
Tarjetas inteligentes	Porcentaje de los ingresos totales del transporte público obtiene a través de los sistemas de tarjetas inteligentes unificadas	0
Acceso en tiempo real a la información	Sistema de precios basados en la demanda (e.g. congestión, precios, plazas de aparcamiento, peajes...) Y/N	N
	Porcentaje de semáforos conectado al sistema de gestión de tráfico en tiempo real	27
	Número de servicios de transporte público que ofrecen información en tiempo real para el público: 1 punto por cada categoría de tránsito hasta 5 puntos en total (autobús, tren regional, metro, sistema de tránsito rápido (BRT, por ejemplo, tranvía), y el intercambio de modos (por ejemplo bikesharing, carsharing)	0
	La disponibilidad de aplicaciones de tránsito multimodal con al menos 3 servicios integrados (S / N)	N

Tabla 28: Valores para indicadores sobre Infraestructura Tecnológica.

Tarjetas inteligentes:

- En este caso no existe tarjetas inteligentes ya que, de las dos líneas que tienen esta modalidad, se utilizan tarjetas diferentes.

Acceso en tiempo real a la información:

- Por otro lado no existe ningún sistema de precios basados en la demanda, es una tarifa unitaria.
- Según informa el diario La República[58] el 73% de los semáforos de Lima no utilizan un sistema inteligente.
- Para el siguiente punto no se encuentra ninguna categoría que ofrezca información en tiempo real del estado.

- Por último no hay constancia de disponibilidad de aplicaciones de tránsito multimodal que no sean la públicas y genéricas.

Infraestructura de conexión:

Indicador	Descripción	Datos de la ciudad
Cobertura Wi-Fi	Numero de puntos Wi-Fi por km ²	0.0774
Cobertura banda ancha	Porcentaje de los usuarios comerciales y residenciales con descarga de Internet velocidades de al menos 2 Mbit / s	20
	Porcentaje de los usuarios comerciales y residenciales con descarga de Internet velocidades de al menos 1 gigabit / s	0
Sensores	Número de componentes de la infraestructura con sensores instalados 1 punto para cada uno: el tráfico, la demanda de transporte público, estacionamiento, la calidad del aire, residuos, H2O, alumbrado público	2
Operaciones de salud + seguridad integrada	Número de servicios integrados en un centro de operaciones singulares aprovechando datos en tiempo real. 1 punto por cada uno: ambulancia, la respuesta de emergencia / desastre, el fuego, la policía, el clima, el tránsito, la calidad del aire	2

Tabla 29: Valores para indicadores sobre Infraestructura de Conexión

Cobertura *Wi-Fi*:

- El número total de punto *Wi-Fi* gratuitos que existen en Lima son 207[59] y la extensión total de Lima es 2.672 Km². Por tanto el número de puntos *Wi-Fi* es de 0,774 por Km².

Cobertura banda ancha:

- Solamente ciertas zonas de ciertos distritos poseen banda ancha a 2Mbit/s de los cuales, y a partir de los datos de la redacción de este informe no llega al 20% del total de Lima.
- Por otro lado no se tiene constancia de una descarga de 1Gigabit/s.

Sensores:

- Aunque se conoce que hay en distritos como Miraflores o San Borja alguna implementación de infraestructura de sensores desplegados, no se han encontrado los datos que lo corrobore. Según lo que se ha estado estudiando en este informe y la información que se dispone de primera mano, tiene dos puntos que son concernientes al tráfico y al alumbrado público, aunque solamente de ciertos sectores.

Operación de Salud + Seguridad Integrada:

- Para este último indicador, y al igual que el anterior, se tiene dos indicadores de centros integrados para ambulancia y policía, aunque igualmente hay que destacar que es de manera muy débil y solamente en ciertos sectores.

6.2.3. Gobierno

Servicios *Online*:

Indicador	Descripción	Datos de la ciudad
Procedimientos Online	Porcentaje de los servicios gubernamentales que se puede acceder por los ciudadanos a través de Internet o teléfono móvil	63
Pagos electrónicos	Existencia de pagos electrónicos? Como pagos a Seguridad Social. Y/N	Y

Tabla 30: Valores para indicadores sobre Servicios *Online*.

Procedimientos *Online*:

- Según el informe de las Naciones Unidas sobre gobierno electrónico de 2014[60], solamente el 38% de los peruanos utilizaban Internet siendo Chile el primer país sudamericano en participación de la ciudadanía con un 60% de la población. Por otro lado en el mismo informe tenemos que hay un más de un 65% de los datos que son publicados a la ciudadanía. Teniendo en cuenta estos datos y obteniendo los índices generales (todos sobre 1) del mismo informe tenemos lo siguiente:
 - Índice de servicios *online* están en 0.6299, medio-alto.
 - Componentes de infraestructura de telecomunicaciones 0.2718, siendo bajo.
 - El capital humano en 0.7289, medio-alto.

Estos datos han creado un índice general de 0.5435 situándolo en el puesto 72 del *ranking* mundial en *e-Government*.

Pagos electrónicos:

- Por otro lado también se dispone de pagos electrónicos, aunque estos pagos no

están en todas las administraciones públicas del país; y ya en Lima, en todos los distritos.

Open Government:

Indicador	Descripción	Datos de la ciudad
Open Data	Uso de Open data	N
Open Apps	Numero de apps móviles disponibles basados en open data	2
Privacidad	Existencia de una política oficial de privacidad en toda la ciudad para proteger los datos confidenciales ciudadano	N

Tabla 31: Valores para indicadores sobre *Open Government*.

Open Data:

- Como se puede observar en el diario Proexpansión[61], entre otros, solamente tres entidades públicas tienen un portal de datos abiertos a la ciudadanía, esto hace que este indicador se ponga a “No” ya que es una minúscula parte de todas las administraciones públicas que existen en Perú.

Open Apps:

- En el caso de las aplicaciones basadas en los datos abiertos, solamente se han encontrado la de Miraflores y Municipalidad de Lima, aunque estas con un débil contenido de datos.

Privacidad:

- Para este punto no hay constancia de una política oficial del estado peruano.

6.2.4. Economía

Emprendimiento e innovación:

Indicador	Descripción	Datos de la ciudad
Nuevas startups	Numero de nuevas startups	215
R + D	Porcentaje PIB invertido en Investigación y desarrollo en el sector privado	0.12
Niveles de empleo	Porcentaje con empleo a tiempo completo (ISO 37120: 5.4)	80
	Porcentaje de desempleo	4
Patentes	Numero de patentes establecidas en el ultimo año	109
Emprendedores	Numero de registros de empresas el ultimo año	74,145
Innovación	Indice de innovación de la ciudad	34.7

Tabla 32: Valores para indicadores sobre Emprendimiento e Innovación.

Nuevas *Start-ups*:

- Según *Global Innovation Index*[62] Perú se encuentra en el puesto 73 del *ranking* mundial con un puntaje de 34,7, un puesto alejado. Por otro lado tenemos que el número de *Start-ups* en Perú es de 215 según el documento del diario Economía y Negocios[63].

Investigación y Desarrollo (R + D)

- En cuanto a la inversión en Investigación y Desarrollo solamente se invierte el 0.12% del PIB según los datos oficiales del Banco Mundial[64] y del estado[65].

Niveles de empleo:

- Según los datos del Banco Mundial[66] el porcentaje de empleo a tiempo parcial es el 20% del total, muy elevado. Es por ello que debemos suponer que el de tiempo completo es de un 80% del total de empleo.
- En cuanto al nivel de desempleo de la población activa existe un 4%.

Patentes:

- El número de solicitudes de patentes en Perú es de 54 a 2012 según los datos del Banco Mundial[67]. En cuanto al número de solicitudes en el 2014 han sido 109 según el diario El Comercio[68].

Emprendedores:

- El número de empresas registradas en el 2012 han sido de 74.145 según el Banco Mundial[69].

Innovación:

- El índice de innovación en Perú, y como hemos comentado según *Global Innovation Index*[62] es de 34.7.

Productividad:

Indicador	Descripción	Datos de la ciudad
Datos económicos	Producto interior bruto en US\$	202295
	Porcentaje de crecimiento económico anual	5.8

Tabla 33: Valores para indicadores sobre Productividad.

Datos Económicos:

- El producto interior bruto en US\$, según el Banco Mundial, es de 202.295.635.536 hablando en valor nominal, mientras que el del poder adquisitivo es de 322.675 millones de US\$.
- En cuanto al porcentaje de crecimiento y, con los mismo datos del Banco Mundial es del 5.8% en el 2013.

Conexión Local y Global:

Indicador	Descripción	Datos de la ciudad
Exportaciones	Porcentaje de exportaciones basado en tecnología	3
Eventos internacionales realizados	Número asistentes de congresos y ferias internacionales	-

Tabla 34: Valores para indicadores sobre Conexión Local y Global.

Exportaciones:

- Dicho indicador de desempeño se ha cambiado por el porcentaje de exportaciones basados en tecnología. Este cambio es debido a que los datos e indicadores mundiales lo reflejan así. Teniendo en cuenta este nuevo indicador el porcentaje de exportaciones de alta tecnología en Perú es del 3% según el los datos del Banco Mundial[70].

6.2.5. Ciudadanía

En cuanto a la auditoría de indicadores en cada área son:

Franja de edad:

Indicador	Descripción	Datos de la ciudad
Niños	Porcentaje de la población niños (0-14)	29
Adultos	Porcentaje de la población adultos (15-64)	65
Ancianos	Porcentaje de la población ancianos (65+)	6

Tabla 35: Valores para indicadores sobre Franja de edad.

Franja de edad en niños:

- El porcentaje de la población que tiene una franja de edad entre 0 y 14 años es del 29%[71].

Franja de edad en adultos:

- Por otro lado la franja de edad de adultos es del 65%[72].

Franja de edad en ancianos:

- Por último, y con más de 65 años, se encuentra un 6% del total de la población[73].

Inclusión:

Indicador	Descripción	Datos de la ciudad
Hogares conectados a Internet	Porcentaje de hogares conectados a Internet	39.2
Smart phones	Porcentaje de residentes con Smart Phone	21.4
Matrimonios civiles	Numero de enlaces civiles ofrecidos en el ultimo año	-
Inmigrantes	Porcentaje de la población nacida en el extranjero	0.29
Participación ciudadana	Porcentaje de voto en las ultimas elecciones (ISO 37120: 11.1)	83.7

Tabla 36: Valores para indicadores sobre Inclusión.

Hogares conectados a Internet:

- El porcentaje de los hogares que se encuentran conectados a internet es del 39.2%[74].

Smartphones:

- Los datos de personas que poseen un *Smartphone* para Lima son del 32%, mientras que en Perú es del 21.4%[75].

Matrimonios civiles:

- En este punto no se encontraron datos claros sobre el número de matrimonios civiles.

Inmigrantes:

- En cuanto a la inmigración, según los datos del Banco Mundial de 2010[76], era de 0.1% de la población. Por otro lado, el diario El Comercio[77], publicó los da-

tos de la migración en el 2014 que ascendía a 0.29% del total de la población. Este gran incremento ha sido debido a la expansión económica y al capital de empresas internacionales llevado en los últimos cuatro años.

Participación ciudadana:

- La participación a las elecciones presidenciales del 2011 fué del 83,7% [78]. Esta gran participación se debe sobre todo a que es obligatorio bajo multa en caso de no votar.

Educación:

Indicador	Descripción	Datos de la ciudad
Educación secundaria	Porcentaje de la población con educación secundaria (ISO 37120: 6.3)	61.2
Graduados universitarios	Número de títulos de educación superior porcentaje (ISO 37120: 6.7)	16.2

Tabla 37: Valores para indicadores sobre Educación.

Educación secundaria:

- Según el diario Semana Económica [79] el porcentaje de población adulta con educación secundaria en mujeres es del 56.3% mientras que en hombres del 66.1%. Por tanto la media de los dos es 61.2%.

Graduados universitarios:

- Por otro lado, el porcentaje de graduados [80] es del 16.2% del total de la población.

Creatividad:

Indicador	Descripción	Datos de la ciudad
Trabajos de industria creativa	Porcentaje de la población activa (LF) en industrias creativas	-

Tabla 38: Valores para indicadores sobre Creatividad.

Trabajos de industria creativa:

- En este último indicador no se han encontrado ningún dato.

6.2.6. Gestión y Organización

Por último se verán los valores de indicadores de desempeño para este agente centrándose en Cultura y Bienestar, Seguridad y Sanidad.

Cultura y Bienestar:

Indicador	Descripción	Datos de la ciudad
Condiciones de vida	Porcentaje de habitantes con deficiencia de la vivienda en cualquiera de los siguientes 5 Areas (agua potable, el saneamiento, el hacinamiento, la deficiente calidad de los materiales, o que carecen de electricidad)	16.1
Índice Gini	Coefficiente de Gini de la desigualdad	45.3
Ranking de calidad de vida	Ranking Mercer en calidad de vida	124

Tabla 39: Valores para indicadores sobre Cultura y Bienestar.

Condiciones de vida:

- En cuanto a las condiciones de vida tenemos que, dada que cualquier porcentaje de la población no tenga acceso las 5 áreas, puede decirse que viven en el umbral de la pobreza, teniendo un porcentaje del 16.1%[81]. Sin embargo, si lo miramos por área tenemos que el porcentaje de los que no tiene acceso a electricidad es del 10.3% de la población[82] y en agua es del 13%[51].

Índice Gini:

- El índice de Gini mide hasta qué punto la distribución del ingreso (o, en algunos casos, el gasto de consumo) entre individuos u hogares dentro de una economía se aleja de una distribución perfectamente equitativa. Bajo esta definición tenemos un índice de 45.3[83] para Perú.

Ranking de calidad de vida:

- En cuanto al *ranking* de calidad de vida según la consultora Mercer, Lima se encuentra en el puesto 124[84] [85].

Inversión en Cultura:

- En Lima tenemos un 0.13% del presupuesto dedicado a Cultura ya que el presupuesto total es de 1,393.541 millones de soles y el dedicado a la partida de cultu-

ra 185 millones[86]. En cuanto a Perú como país el presupuesto en Cultura es del 0.26%.

Seguridad:

Indicador	Descripción	Datos de la ciudad
Historial medico	Porcentaje de personas con un historial medico digital	0
Expectativas de vida	Esperanza de vida (ISO 37120: 12.1)	75

Tabla 40: Valores para indicadores sobre Seguridad. Fuente.

Crimen:

- En cuanto al número de homicidios en Lima es de 5.36 por cada 100.000 habitantes. Por otro lado en Perú es de 10[87], una de las tasas más bajas de sudamérica.

Prevención del crimen:

- En Lima hay una media de 1 policía por cada 953 habitantes[88], dato muy bajo comparado con otras ciudades mundiales.
- Sobre el número de tecnologías para la prevención es muy dispar según el distrito que haga referencia. Distritos como Miraflores, Surco y San Borja cuentan con aplicaciones y cámaras de seguridad dedicadas íntegramente a este hecho, pero la mayoría no. Por otro lado si que cuenta con aplicaciones para taxi privados y de buena calidad.

Sanidad:

Indicador	Descripción	Datos de la ciudad
Historial medico	Porcentaje de personas con un historial medico digital	0
Expectativas de vida	Esperanza de vida (ISO 37120: 12.1)	75

Tabla 41: Valores para indicadores sobre Sanidad.

Historial médico:

- Todavía no hay implementado ningún sistema de historial médico.

Expectativas de vida:

- Las expectativas de vida en Perú es de 75 años[89].

BIBLIOGRAFÍA

- [1] ISO Focus +, Smart Cities, Volume 4 N°1, 2013
- [2] Smart City Advisory Group, The Role of Standards in Smart Cities, 2014
- [3] Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), El Papel de las Normas en las Ciudades Inteligentes, 2014
- [4] United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat), Informe mundial sobre asentamientos humanos 2011. Las ciudades y el cambio climático: orientaciones para políticas., 2011
- [5] Hafedh Chourabi - J. Ramon Gil-García - Theresa A. Pardo - Hans Jochen - Sehl Mellouli - Taewoo Nam - Shawn Walker - Karine Nahon, Understanding Smart Cities: An Integrative Framework, 2012
- [6] Jeremy Rifkin, La Tercera Revolución Industrial: Cómo el poder lateral está transformando la energía, la economía y el mundo, Colección Estado Y Sociedad, 2011
- [7] Fundación Telefónica, Smart Cities: un primer paso hacia el internet de las cosas, 2011
- [8] Wikipedia, Etiquetas RFID, 2014, <http://es.wikipedia.org/wiki/RFID>
- [9] Comisión Europea, First Smart Cities Portfolio of Projects, 2012, http://cordis.europa.eu/fp7/ict/fire/connected-smart-cities/csc_en.html
- [10] Indra, Plataforma urbana para gobernar las Smart Cities (Sofía), 2013,
- [11] ICT Policy Support Programme (ICT PSP), PEOPLE: Smart Cities for Smart Innovation, 2013, <http://www.people-project.eu/portal/>
- [12] HITACHI, Hitachi's Vision for Smart Cities - Seeking the Optimal Balance Among People, Places, Prosperity, and the Planet, 2013
- [13] Comisión Europea, Una estrategia para un crecimiento inteligente, sostenible e integrador. Comisión Europea. Informe 2020, 2013
- [14] IDC, Análisis de las Ciudades Inteligentes en España, 2011,
- [15] RECI, Proyecto que geoposiciona plazas de parking para discapacitados, 2014, http://www.redciudadesinteligentes.es/noticias/ampliar.php/Id_contenido/1202/
- [16] Smart Grid Organization, , https://www.smartgrid.gov/the_smart_grid
- [17] Comisión Europea, The European Strategic Energy Technology Plan, 2012,
- [18] Comisión Europea, The Information System for the European Strategic Energy Technology Plan , 2012, <http://setis.ec.europa.eu/>
- [19] Comisión Europea, Horizon 2020: The EU Framework Programme for Research and Innovation, 2013,
- [20] Comisión Europea, Market Place of the European Innovation Partnership on Smart Cities and Communities, 2013, <http://eu-smartcities.eu/priority-areas>
- [21] Comisión europea, Commission launches innovation partnership for Smart Cities and Communities , 2012, http://europa.eu/rapid/press-release_IP-12-760_en.htm?locale=en
- [22] Comisión Europea, The European Innovation Partnership on Smart Cities and Communities, 2014, <http://ec.europa.eu/eip/smartcities/>
- [23] Comisión Europea, Clean transport, Urban transport, 2014,
- [24] Comisión Europea, Smart Sustainable Cities, 2011, http://ec.europa.eu/information_society/activities/sustainable_growth/cities/index_en.htm
- [25] SmartCityMalaga, Smart City Málaga, 2012, <http://www.smartcitymalaga.es/>
- [26] Endesa, Smartcity Málaga, 2013,
- [27] Fi-Ware, Spreading the word in Malaga, 2012,
- [28] SmartSantander, Smart Santander, 2012

- [29] ISO, ISO 9000, , http://www.iso.org/iso/iso_9000
- [30] ISO, ISO 14000, 2014, <http://www.iso.org/iso/iso14000>
- [31] ISO, ISO/TC 268, 2014, http://www.iso.org/iso/iso_technical_committee?commid=656906
- [32] ISO, ISO 37101, 2014, http://www.iso.org/iso/catalogue_detail?csnumber=61885
- [33] ISO, ISO 37120, 2014
- [34] ISO, ISO/TR 37150, 2014, http://www.iso.org/iso/catalogue_detail?csnumber=62564
- [35] AENOR, Estrategia de Normalización para las Ciudades Inteligentes, 2014, <http://www.aenor.com/aenor/actualidad/actualidad/noticias.asp?campo=1&codigo=33200&tipon=1#.VHjtEYU-83E>
- [36] UN-Habitat, Urban indicators, 2001, http://ww2.unhabitat.org/programmes/guo/urban_indicators.asp
- [37] World Health Organization (WHO), WHO indicator registry, , http://www.who.int/gho/indicator_registry/en/
- [38] Fundación Europea, European Common Indicators Project, 2014, http://ec.europa.eu/environment/urban/common_indicators.htm
- [39] City Mayors, City Mayors Indicators, 2014, <http://www.citymayors.com/>
- [40] International Institute for Sustainable Development (IIDS), International Institute for Sustainable Development Indicators, , <http://www.iisd.org/>
- [41] International Sustainability Indicators Network, International Sustainability Indicators Network, , <http://www.sustainabilityindicators.org/>
- [42] ISO, ISO 37120:2014, 2014, http://www.iso.org/iso/catalogue_detail?csnumber=62436
- [43] ANA - WWF - Backus, Un Frágil Ciclo: agua, energía y población en Lima, 2013
- [44] Biswanger Perú, Market Insight Oficinas, 2014
- [45] Agencia de noticias Orbita, Edificio de viviendas obtiene la primera certificación LEED en el país, 2014, <http://agenciaorbita.org/edificio-de-viviendas-obtiene-la-primera-certificacion-leed-en-el-pais/>
- [46] Gestión, Subasta de energía renovable en 2015 ampliará número de empresas en mercado peruano, 2014, <http://gestion.pe/economia/subasta-energia-renovable-2015-ampliara-numero-empresas-mercado-peruano-2114212>
- [47] Banco Mundial, Consumo de energía eléctrica (kWh per cápita) , 2014, <http://datos.bancomundial.org/indicador/EG.USE.ELEC.KH.PC>
- [48] Banco Mundial, Emisiones de CO2 (toneladas métricas per cápita), 2014
- [49] Organización Mundial de la Salud, Muertes por contaminación , 2008, http://gamapserver.who.int/gho/interactive_charts/phe/oap_mbd/atlas.html
- [50] Churata Capacoila Magaly - Gomez Torres, Carlos, DISEÑO DE PLANEAMIENTO DE RECOLECCION DE RESIDUOS SÓLIDOS E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA de asignación de recursos para la recolección en San Juan de Lurigancho, 2011
- [51] Banco Mundial, Mejora en el suministro de agua, sector urbano (% de la población con acceso) , 2014, <http://datos.bancomundial.org/indicador/SH.H2O.SAFE.UR.ZS>
- [52] Ministerio de Medio Ambiente - Municipalidad de Lima, La economía de las ciudades bajasen carbono y resilientes al clima, Lima-Callao, Perú, 2014
- [53] Instituto Nacional de Estadística de Perú, Densidad Poblacional, 2014, http://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib0015/cap-512.htm
- [54] El Peruano, Desarrollo de más áreas verdes en Lima, 2014, <http://www.elperuano.com.pe/edicion/noticia-desarrollo-mas-areas-verdes-lima-17184.aspx#.VIjZ5F0tg3E>

- [55] Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima pasará de 150 km a 500 km de ciclovías al 2021, 2014, <http://www.pucp.edu.pe/climadecambios/index.php?tmpl=articulo&id=1760>
- [56] Instituto Nacional de Estadística e Informática de Perú, Lima tiene 8 millones 693 mil habitantes, 2014, <http://www.inei.gov.pe/prensa/noticias/lima-tiene-8-millones-693-mil-habitantes/>
- [57] Plan Metropolitano de desarrollo urbano, ¿Cómo viajan los limeños?, 2014, <http://plam2035.gob.pe/mi-ciudad/como-viajan-los-limenes/>
- [58] La República, 73% de intersecciones con semáforos no usa el sistema inteligente, 2014, <http://www.larepublica.pe/26-11-2014/73-de-intersecciones-con-semaforos-no-usa-el-sistema-inteligente>
- [59] Perú21, Instalan redes de Internet Wi-Fi gratuito en Lima, 2014, <http://peru21.pe/tecnologia/instalan-redes-internet-wi-fi-gratuito-lima-2165993>
- [60] United Nations, e-Government Survey 2014 / e-Government for the future we want, 2014
- [61] Proexpansión, Open Data Perú: Miraflores lanza versión beta de su portal de datos abiertos, 2014, <http://proexpansion.com/es/articles/781-open-data-peru-miraflores-lanza-version-beta-de-su-portal-de-datos-abiertos>
- [62] Global Innovation Index, Global Innovation Index, 2014, <http://www.globalinnovationindex.org/content.aspx?page=data-analysis>
- [63] Economía y negocios, Chile es el país de América Latina con mayor número de startups per cápita, 2014, <http://www.economiaynegocios.cl/noticias/noticias.asp?id=122201>
- [64] Banco Mundial, Gasto en investigación y desarrollo (% del PIB) , 2014, <http://datos.bancomundial.org/indicador/GB.XPD.RSDV.GD.ZS>
- [65] Ministerio de Producción, Perú invierte solo 0.12% del PBI en investigación y desarrollo - See more at: <http://sinia.minam.gob.pe/novedad/peru-invierte-solo-012-pbi-investigacion-desarrollo#sthash.Zbia73PM.dpuf>, 2014, <http://sinia.minam.gob.pe/novedad/peru-invierte-solo-012-pbi-investigacion-desarrollo>
- [66] Banco Mundial, Empleo de tiempo parcial, total (% del total de empleo), 2014, <http://datos.bancomundial.org/indicador/SL.TLF.PART.ZS?display=default>
- [67] Banco Mundial, Solicitudes de patentes, residentes , 2014, <http://datos.bancomundial.org/indicador/IP.PAT.RESD?display=default>
- [68] El Comercio, Indecopi y Concytec convocan a primera convención de patentes, 2014, <http://elcomercio.pe/economia/peru/indecopi-y-concytec-convocan-primera-convencion-patentes-noticia-1767248>
- [69] Banco Mundial, Nuevas empresas registradas (número) , 2014, <http://datos.bancomundial.org/indicador/IC.BUS.NREG>
- [70] Banco Mundial, Exportaciones de productos de alta tecnología (% de las exportaciones de productos manufacturados) , 2014, <http://datos.bancomundial.org/indicador/TX.VAL.TECH.MF.ZS>
- [71] Banco Mundial, Población entre 0 y 14 años de edad (% del total) , 2014, <http://datos.bancomundial.org/indicador/SP.POP.0014.TO.ZS>
- [72] Banco Mundial, Población entre 15 y 64 años de edad (% del total) , 2014, <http://datos.bancomundial.org/indicador/SP.POP.1564.TO.ZS>
- [73] Banco Mundial, Población de 65 años de edad y más (% del total), 2014, <http://datos.bancomundial.org/indicador/SP.POP.65UP.TO.ZS>
- [74] Banco Mundial, Usuarios de Internet (por cada 100 personas), 2014, <http://datos.bancomundial.org/indicador/IT.NET.USER.P2>
- [75] El Comercio, Dos de cada diez peruanos tiene acceso a un smartphone, 2014, <http://elcomercio.pe/paginas/smartphones-tablets/dos-cada-diez-peruanos-tiene-acceso-smartphone->

noticia-1735282

- [76] Banco Mundial, Volúmenes internacionales de migrantes (% de la población) , 2014, <http://datos.bancomundial.org/indicador/SM.POP.TOTL.ZS>
- [77] El Comercio, Este año llegaron al Perú más de 10 mil extranjeros a laborar, 2014, <http://elcomercio.pe/lima/ciudad/este-ano-llegaron-al-peru-mas-10-mil-extranjeros-laborar-noticia-1771756>
- [78] Wikipedia, Elecciones generales de Perú de 2011, 2011, http://es.wikipedia.org/wiki/Elecciones_generales_de_Per%C3%BA_de_2011
- [79] Semana Económica, Índice de Desarrollo Humano: El Perú continúa a media tabla en el mundo y en América del Sur, 2014, <http://semanaeconomica.com/article/economia/140939-indice-de-desarrollo-humano-el-peru-continua-a-media-tabla-en-el-mundo-y-america-del-sur/>
- [80] Wikipedia, ,
- [81] Banco Mundial, Tasa de incidencia de la pobreza, sobre la base de la línea de pobreza urbana (% de la población urbana) , 2014, <http://datos.bancomundial.org/indicador/SI.POV.URHC/countries>
- [82] Banco Mundial, Acceso a la electricidad (% de población), 2014, <http://datos.bancomundial.org/indicador/EG.ELC.ACCS.ZS/countries>
- [83] Banco Mundial, Índice Gini, 2014, <http://datos.bancomundial.org/indicador/SI.POV.GINI>
- [84] Diario 16, Lima ocupa puesto 124 en ránking sobre calidad de vida, 2014, <http://diario16.pe/noticia/44918-lima-ocupa-puesto-124-ranking-sobre-calidad-vida>
- [85] Mercer, Quality of Living Reports, 2014, <http://www.imercer.com/products/2014/quality-of-living.aspx>
- [86] Municipalidad de Lima, Concejo Metropolitano de Lima aprueba Presupuesto y Plan de Acción 2014 , 2014, <http://www.munlima.gob.pe/noticias/ciudad/item/29079-concejo-metropolitano-de-lima-aprueba-presupuesto-y-plan-de-accion-2014>
- [87] Banco Mundial, Homicidios intencionales (por cada 100.000 habitantes) , 2014, <http://datos.bancomundial.org/indicador/VC.IHR.PSRC.P5>
- [88] Gestión, Lima Metropolitana cuenta con un policía por cada 953 habitantes, según Mapcity, 2014, <http://gestion.pe/empresas/lima-metropolitana-cuenta-policia-cada-953-habitantes-segun-mapcity-2096301>
- [89] Banco Mundial, Esperanza de vida al nacer, total (años), 2014, <http://datos.bancomundial.org/indicador/SP.DYN.LE00.IN>
- [90] Alcatel-Lucent Corporation. “Getting Smart About Smart Cities: Understanding the Market Opportunity in the Cities of Tomorrow,” February 2012.
- [91] Alexander, Steve. “IBM wants Minneapolis to become a ‘smarter city,’” Minneapolis Star Tribune, 6 June 2011.
- [92] Alusi, Annissa, Robert G. Eccles, Amy C. Edmondson and Tiona Zuzul. “Sustainable Cities: Oxymoron or the Shape of the Future?,” Harvard Business School Working Paper 11-062, 20 March 2011.
- [93] Cotton, Brian (“Ph.D.”) for Frost & Sullivan. “Intelligent Urban Transportation: Predicting, Managing, and Integrating Traffic Operations in Smarter Cities.
- [94] Collins, E., Palmer, J., and Stone, G. (2014) The ‘LAMPscape’: Library Analytics and Metrics Project (LAMP). In: Sconul and Jisc workshop on library analytics and metrics, 7 May 2014, London.
- [95] AMETIC,; Informe Smart Cities. 2012
- [96] Observatorio Tecnológico de la Energía (OBTEN) – IDAE. Ciudades Inteligentes – Hoja de Ruta.
- [97] Special theme: Smart Cities. Ercim News. Number 98, July 2014.

GLOSARIO TECNOLÓGICO

- **Big Data:** Sistema que utiliza y procesa grandes volúmenes de datos provenientes de diversas fuentes.
- **Capital social:** Representa la capacidad de colaboración de un colectivo humano y la puesta a disposición del colectivo de las oportunidades surgidas de esta colaboración.
- **Centro de control y mando:** Espacio en el que se centraliza la información y ofrece una visión global de la ciudad. Representa la motorización de la ciudad o del municipio destacando alertas e informaciones útiles para la toma de decisiones desde el propio centro de control y mando.
- **Centro de datos:** Conjunto de equipos e instalaciones diseñado para ofrecer una capacidad de procesamiento adecuada a la cantidad de información que se genera y gestione en una *Smart City*.
- **Centro de Operaciones:** En una *Smart City* es el lugar desde el que se gestionan todos los nuevos elementos *Smart* y que ofrece una visión holística que permite la toma de decisiones frente al dinamismo de la ciudad.
- **Ciudad digital:** Corresponde a una serie de servicios que la administración presta a la población aprovechando el uso de las Tecnologías de la Información y el Conocimiento. La diferencia fundamental con *Smart City* es que esta última no significa necesariamente una reestructuración de procesos sino que se limita a ofrecer *online* los mismos servicios que hasta ahora tenía *offline*.
- **Ciudad inteligente:** La ciudad inteligente va un paso más allá que la Ciudad Digital y se convierte en prepositiva y diseccionada tratando de aprovechar las múltiples inteligencias del ámbito urbano hacia la calidad de vida, la competitividad económica y la sostenibilidad.

- **Ciudad Ubicua (U-City):** En ella todos los sistemas de información están interconectados e integrados en todo ámbito de la ciudad. Se basan en sistemas *RFID* (identificación por radiofrecuencia), tarjetas inteligentes, sistemas de interacción y localización geográfica, computación sensorial y redes de comunicaciones sofisticadas que permitan que cualquier aparato se conecte a Internet y pueda ser utilizado en forma remota.
- **Digitalización:** Se trata de convertir mediciones analógicas en digitales para así poder aplicar las herramientas de procesamiento.
- **Cloud:** La información disponible en la nube es accesible para todos los usuarios y permite ofrecer servicios directamente a través de web o aplicaciones. En definitiva, se trata de un número de centros de datos (*Datacenter*) interconectados a los que accedemos remotamente a través de Internet.
- **Datacenter:** Es un conjunto de equipos e instalaciones donde se procesan los datos que llegan por múltiples y diversas vías.
- **Economía del conocimiento:** Utiliza el conocimiento como elemento fundamental para generar valor. los recursos mas importantes son las personas con talento que podemos educar y atraer a nuestra ciudad, municipio, país.
- **Gobernanza:** Se utiliza para designar la eficacia, calidad y buena orientación de la intervención pública.
- **Indicador:** Es una variable que intenta medir de forma cuantitativa o cualitativa la realidad o los resultados de sucesos colectivos para poder respaldar acciones.
- **Internet:** Es una red de redes de ordenadores conectados. La *World Wide Web* es uno de los protocolos que más éxito ha tenido y popularmente suele hacerse referencia a ella como Internet.

- **Internet of things (Internet de las cosas):** Es la red de objetos cotidianos interconectados y comunicándose a través de la Internet.
- **Machine To Machine (M2M):** Protocolos y tecnologías de comunicación permiten conectar y comunicar máquinas que intercambian información sin intervención humana.
- **Open Data:** Es una filosofía de actuación que propugna el uso libre y universal de la información.
- **Real Time:** Procesamiento en tiempo real de datos extraídos de redes de sensores y que llegan a los centros de datos. Es un proceso muy exigente en recursos.
- **Realidad Aumentada:** Tecnología que ofrece interfaces gráficas visuales que superponen información sobre una imagen real. Es muy útil como herramienta para hacer accesible a la población información obtenida a través de cálculos complejos.
- **Redes de sensores:** Los sensores con una misma misión pueden agruparse en redes de sensores para que puedan recopilarse sus datos de modo consistente y homogéneo.
- **Resiliencia:** Es la capacidad que tienen los grupos sociales para sobreponerse a resultados adversos, económicos, sociales, ambientales, por medio de la consolidación de los vínculos que le permitan mantener una situación de estabilidad.
- **RFID (identificación por radiofrecuencia):** Es un sistema de almacenamiento y recuperación de datos remotos que posibilita la identificación automática de un objeto.
- **Sensor:** Dispositivo capaz de medir estímulos externos como la temperatura, la

posición, el ruido, la contaminación o incluso detectar la presencia de elementos químicos como gases tóxicos o partículas.

- **Sistema de seguimiento:** Es un conjunto de indicadores organizados sistemáticamente que permite establecer la validación de los avances sectoriales en la dirección de una estrategia más amplia e identificar en cada momento el punto en el que nos encontramos respecto a un determinado objetivo.
- **SMART:** Es todo proceso dotado de procesamiento digital de información para la toma de decisiones y, en un sentido más amplio, orientando estas decisiones hacia el consumo mínimo de recursos que permita el correcto funcionamiento de ese proceso.
- **Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC):** Son el conjunto de tecnologías desarrolladas para la gestión de la información (información) y dotadas con la capacidad de enviarla de un lugar a otro (comunicación).
- **Meters and More:** Protocolo que permite la transferencia de datos bidireccional en un sistema *Advanced Metering Infrastructure* (IAM). Por tanto, es un protocolo de nueva generación que aprovecha de la experiencia de Telegestión de ENEL. Endesa tiene instalando hasta 13 millones de clientes en España.
- **PowerLine Communication (PLC):** La tecnología PLC aprovecha la red eléctrica para convertirla en una línea digital de alta velocidad de transmisión de datos, permitiendo, entre otras cosas, el acceso a Internet mediante banda ancha.
- **Smart Meter:** es un dispositivo electrónico que reemplaza a los contadores electromecánicos tradicionales y tiene las funciones principales de tarificación según franjas horarias (AMI), limitación de potencia según contrato (AMI),

desconexión por falta de pago (y restablecimiento) (*AMI*), Cuantificación de energía inversa si hay un balance negativo (*DER*), envío de información hacia la distribuidora (*ADA* y *AMI*) y medida de calidad de onda (huecos de tensión) (*ADA* y *AMI*).

- ***FI-WARE***: infraestructura basada en la nube abierta para la creación y entrega de futuras aplicaciones y servicios de Internet rentable a gran escala. Bajo *FI-WARE*, las aplicaciones son públicas y libres, impulsado por el desarrollo de la implementación de referencia de código abierto. *FI-WARE* tiene la intención de acelerar la disponibilidad de productos y servicios comerciales. La creación de un ecosistema de innovación sostenible en torno a *FI-WARE* es impulsado a través de *FI-LAB*. *FI-WARE* es una plataforma de encuentro para un grupo diverso de partes interesadas, desde los patrocinadores de aplicación -Aplicación clientes, administraciones públicas, inversores- a los desarrolladores de aplicaciones web, empresarios, individuos, PYMES y otras empresas.

ANEXO I. INDICADORES DE DESEMPEÑO

Dimensión	Área de trabajo	Indicador	Descripción	Datos de la ciudad	Información adicional	
Medio Ambiente	Edificios Inteligentes	Edificios certificado de sostenibilidad	Número de certificados de sostenibilidad LEED o BREEM en los edificios de la ciudad (Nota: si su ciudad utiliza otro estándar por favor indicar)			
		Casas inteligentes	Porcentaje de edificios comerciales con Smart Meters Porcentaje de edificios comerciales con un sistema de automatización de edificios Porcentaje de viviendas con Smart Meters			
	Gestión de los recursos	Energía		Porcentaje del total de energía derivada de fuentes renovables (ISO 37120: 7.4) El uso total residencial de energía per cápita (en kWh / año) (ISO 37120: 7.1)		
				Porcentaje de elementos para un Smart Grid: La comunicación de 2 vías, Sistemas de control automatizados para hacer frente a las interrupciones del sistema, Información en tiempo real para los clientes, Permitir la generación distribuida.		
		Carbón Footprint	Gases de efecto invernadero o CO2 emitidos. Esta medición será en toneladas per cápita (ISO 37120: 8.3).			
		Enfermedades por contaminación	Cantidad de enfermedades/personas provocadas por la contaminación			
		Calidad del aire	Concentración de materia (mg/m3) (ISO 37120: 8.1)			
		Generación de residuos	Porcentaje de los residuos sólidos de la ciudad de que se recicla (ISO 37120: 16.2) Total de residuos sólidos recogidos per cápita (en kg) (ISO 37120: 16.3)			
	Consumo de agua		Porcentaje de edificios con Smart meters de agua Porcentaje de la población con servicio de agua potable			
			Total de consumo de agua per cápita (litros/día) (ISO 37120: 21.5)			
	Planificación urbanística sostenible	Planificación de la capacidad de recuperación del clima	Especificar si cuenta con un plan o estrategia de resiliencia climática.			
		Densidad de población	Densidad de la población por metro cuadrado			
Espacios verdes por cápita		Cantidad de espacios verdes por 100,000 (en m2) (ISO 37120: 19.1)				
Infraestructura	Transporte eficiente	Transporte de energía eficiente	Kilómetros de camino de bicicleta por 100,000 (ISO 37120: 18.7) Número de bicicletas compartidas per cápita Número de vehículos compartidos per cápita Número de puntos de carga eléctrica per cápita			
			Acceso multi-modal	Transporte publico	Número anual de viajes en transporte público por habitante (ISO 37120: 18.3) Porcentaje de viajes de transporte no motorizados de transporte total de Sistema de tarifa electrónica para el transporte publico	
	Infraestructura tecnológica	Tarjetas inteligentes	Porcentaje de los ingresos totales del transporte público obtiene a través de los sistemas de tarjetas inteligentes unificadas			
		Acceso en tiempo real a la información	Sistema de precios basados en la demanda (e.g. congestión, precios, plazas de aparcamiento, peajes...) Y/N Porcentaje de semáforos conectado al sistema de gestión de tráfico en tiempo real Número de servicios de transporte público que ofrecen información en tiempo real para el público: 1 punto por cada categoría de tránsito hasta 5 puntos en total (autobús, tren regional, metro, sistema de tránsito rápido (BRT, por ejemplo, tranvía), y el intercambio de modos (por ejemplo bikesharing, carsharing) La disponibilidad de aplicaciones de tránsito multimodal con al menos 3 servicios integrados (S / N)			
	Infraestructura de conexión	Cobertura Wi-Fi	Número de puntos Wi-Fi por km2			
		Cobertura banda ancha	Porcentaje de los usuarios comerciales y residenciales con descarga de Internet velocidades de al menos 2 Mbit / s Porcentaje de los usuarios comerciales y residenciales con descarga de Internet velocidades de al menos 1 gigabit / s			
		Sensores	Número de componentes de la infraestructura con sensores instalados 1 punto para cada uno: el tráfico, la demanda de transporte público, estacionamiento, la calidad del aire, residuos, H2O, alumbrado público			
		Operaciones de salud + seguridad integrada	Número de servicios integrados en un centro de operaciones singulares aprovechando datos en tiempo real. 1 punto por cada uno: ambulancia, la respuesta de emergencia / desastre, el fuego, la policía, el clima, el tránsito, la calidad del aire			
	Gobierno	Servicios Online	Procedimientos Online	Porcentaje de los servicios gubernamentales que se puede acceder por los ciudadanos a través de Internet o teléfono móvil		
			Pagos electrónicos	Existencia de pagos electrónicos? Como pagos a Seguridad Social. Y/N		
		Open Government	Open Data	Uso de Open data		
			Open Apps	Número de apps móviles disponibles basados en open data		
Economía	Emprendimiento e innovación	Nuevas start-ups	Número de nuevas start-ups al año			
		R + D	Porcentaje PIB invertido en Investigación y desarrollo en el sector privado			
		Niveles de empleo	porcentaje con empleo a tiempo completo (ISO 37120: 5.4) Porcentaje de desempleo			
		Patentes	Número de patentes establecidas en el ultimo año			
		Emprendedores	Número de registros de empresas el ultimo año			
	Productividad	Innovación	Índice de innovación de la ciudad			
		Datos económicos	Producto interior bruto en US\$ Porcentaje de crecimiento económico anual			
	Conexión Local y Global	Exportaciones	Porcentaje del PIB basado en tecnología			
Eventos internacionales realizados		Número asistentes de congresos y ferias internacionales				
Ciudadanía	Franja de edad	Niños	Porcentaje de la población niños (0-14)			
		Jóvenes	Porcentaje de la población jóvenes (15-24)			
		Adultos	Porcentaje de la población adultos (25-64)			
		Ancianos	Porcentaje de la población ancianos (65+)			
	Inclusión	Hogares conectados a Internet	Porcentaje de hogares conectados a Internet			
		Smartphones	Porcentaje de residentes con Smartphone			
		Matrimonios civiles	Número de enlaces civiles ofrecidos en el ultimo año			
	Educación	Inmigrantes	Porcentaje de la población nacida en el extranjero			
		Participación ciudadana	Porcentaje de voto en las ultimas elecciones (ISO 37120: 11.1)			
	Creatividad	Educación secundaria	Porcentaje de la población con educación secundaria (ISO 37120: 6.3)			
Graduados universitarios		Número de títulos de educación superior por cada 100.000 habitantes (ISO 37120: 6.7)				
Gestión y organización	Cultura y Bienestar	Trabajos de industria creativa	Porcentaje de la población activa (LF) en industrias creativas			
		Condiciones de vida	Porcentaje de habitantes con deficiencia de la vivienda en cualquiera de las siguientes 5 áreas (agua potable, el saneamiento, el hacinamiento, la deficiente calidad de los materiales, o que carecen de electricidad)			
		Índice Gini	Coefficiente de Gini de la desigualdad			
		Ranking de calidad de vida	Ranking Mercer en calidad de vida			
	Seguridad	Inversión en Cultura	Porcentaje del presupuesto municipal asignado a la cultura			
		Crimen	Tasa de delitos violentos por cada 100.000 habitantes (ISO 37120: 14.5)			
	Sanidad		Número de policías por habitante			
		Prevención de crimen	Número de tecnologías para ayudar en la prevención del delito, 1 punto por cada uno de los siguientes: cámaras de vídeo Streaming, aplicaciones de taxi, tecnologías de software de predicción del crimen			
		Historial médico	Porcentaje de personas con un historial médico digital			
		Expectativas de vida	Esperanza de vida (ISO 37120: 12.1)			
		Índice Smart City				

