



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Ecosistema base para la implementación de un Laboratorio de Ciudad Inteligente en la Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales, para el caso específico de la ciudad de Manizales

**Base Ecosystem for smart city laboratory implementation at Nacional
University of Colombia, Manizales Campus. For the specific case of Manizales
City**

Marcela Andrea Vargas Romero
maravargasrom@unal.edu.co

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Administración, Departamento de informática y computación

Manizales, Colombia

2018

Ecosistema base para la implementación de un Laboratorio de Ciudad Inteligente en la Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales, para el caso específico de la ciudad de Manizales

**Base Ecosystem for smart city laboratory implementation at Nacional
University of Colombia, Manizales Campus. For the specific case of
Manizales City**

Marcela Andrea Vargas Romero

Trabajo final presentada(o) como requisito parcial para optar al título de:
Magister en Administración de Sistemas informáticos modalidad profundización

Director (a):

PhD. Luz Arabany Ramírez Castañeda

Línea de Investigación:

Línea en administración, Organizaciones y Complejidad ambiental

Grupo de Investigación:

Pensamiento ambiental

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Administración, Departamento de informática y computación

Manizales, Colombia

2018

Gracias Dios. Porque todo lo puedo en Cristo que me fortalece (Filipenses 4,13), tú fuiste mi proveedor en todo este camino y cuando quise desfallecer tu amor me acariciaba, y tomaste a los mejores instrumentos que creaste: mi familia, en especial mi madre, mis amigos, unos apellidados ángeles, y otros que me aman con el alma en silencio y que con su oración me han ayudado.

Gracias profesores colombianos y mexicanos, por ser un faro en cada palabra escrita en este, mi trabajo.

Resumen

Se considera que una Ciudad Inteligente (CI) es aquella que además de incorporar las Tecnologías de la Información y Comunicación tiene como centro de su desarrollo la participación y las necesidades de sus ciudadanos, con el fin de mejorar la gestión urbana hacia un gobierno eficiente. Entre las herramientas propuestas para alcanzar una CI se encuentran los Laboratorios de CI, estos pueden estar alojados en las universidades como espacios de experimentación, y ser considerados como “maqueta perfecta” representativa del sistema ciudad. La ciudad y la universidad comparten problemáticas y dinámicas parecidas. Teniendo en consideración que la ciudad Manizales se encuentra en el proceso de transformarse en CI este trabajo final de la Maestría en Administración de Sistemas Informáticos presenta el diseño de un ecosistema para implementar un laboratorio de CI para Manizales, este laboratorio se encontraría ubicado en la Universidad Nacional de Colombia sede Manizales. Dicho ecosistema comprende un conjunto de condiciones, tendencias tecnológicas, herramientas, relaciones y fases necesarias para la implementación de un laboratorio de CI en el contexto universitario. Este trabajo muestra además la revisión de los laboratorios de CI de otras ciudades y la comparación de los aspectos de la ciudad, la Universidad y el laboratorio de CI.

Palabras clave: ecosistema, ciudad inteligente, laboratorio para ciudad inteligente.

Abstract

The Smart City (SC) incorporates Information and Communication Technologies, its focus to develop of participation and besides it the answer the needs of citizens, to improve urban management towards an efficient government. Among the tools that are proposed to achieve an SC are the Smart City lab located in university campuses as experimental spaces considered as a "perfect model" of the city system, in which problems and dynamics are similar to those of a city. Under consideration that the city of Manizales is in process of being SC, this paperwork, as part of the Master in Management Information Systems, addresses the design of an ecosystem to implement a SC laboratory for the city of Manizales in the National University of Colombia on the Manizales campus. The ecosystem includes a set of conditions, technological trends, tools, relationships and phases needed for the implementation of an SC laboratory in the university context. This work also shows the review of SC laboratories in other cities and the comparison of the aspects that support the city and those that could support the university campuses as Smart City labs.

Keywords: ecosystem, Smart City, Smart City Lab.

Contenido

	Pág.
Resumen	IV
Lista de figuras	VIII
Lista de tablas	X
Lista de abreviaturas	XI
Introducción	1
1. Situación Problema	5
1.1. Situación encontrada	5
1.2. Objetivo	6
1.2.1. Objetivo General	6
1.2.2. Objetivos Específicos	6
1.3. Justificación	6
1.4. Impacto social y tecnológico	7
2. Marco Teórico	9
2.1. Marco Conceptual	9
2.1.1. Ciudad Inteligente (CI)	9
2.1.1.1. Revisión del concepto	9
2.1.1.2. Modelo de Boyd Cohen	12
2.1.2. Universidad Inteligente (UI)	18
2.1.3. Laboratorio para Ciudad Inteligente	19
2.2. Antecedentes	21
2.2.1. Laboratorios de CI Micro Red Inteligente – Universidad Pontificia Bolivariana (UPB) 21	
2.2.2. Cyber Physical Systems Engineering Labs (CPSE LABS) – Unión Europea	25
2.2.3. Catedra Smart City como Laboratorio de Ciudad – Universidad Politécnica de Valencia	28

2.2.4. <i>Smart City Lab (SCL) Bhubaneswar</i>	31
2.2.5. <i>Smart University – Universidad de Alicante España (UA)</i>	33
2.2.6. <i>Living Lab Smart City - Universidad de Guadalajara (UDG)</i>	36
2.3. Línea base para el ecosistema de CI – Tabla resumen laboratorios de CI	42
3. Comparación Manizales y UNAL sede Manizales	45
3.1. Características Manizales	45
3.1.1. Descripción general de ciudad de Manizales	45
3.1.2. Manizales CI	53
3.1.3. Análisis de Manizales.....	65
3.2. Características de la UNAL – sede Manizales	66
3.2.1. Características generales de la Universidad	66
3.2.2. Dimensiones de la CI existentes en la Universidad	68
3.3. Comparación entre Universidad y Ciudad.....	84
4. Ecosistema base para la implementación de un laboratorio de CI para Manizales	89
4.1. ¿Qué es un ecosistema de laboratorio de CI?	89
4.1.1. Enfoque del ecosistema	89
4.2. Ubicación del ecosistema	93
4.3. Componentes del Ecosistema	94
4.3.1. Componentes sistémicos	94
4.3.2. Componente de participación.....	96
4.3.3. Componente Políticas y planes de CI – Gobierno como eje transversal	98
4.3.4. Componente Información disponible – Datos abiertos	99
4.4. Fases del subsistema - Laboratorio de CI	101
4.4.1. Escucha	102
4.4.2. Estructuración y tratamiento de datos	103
4.4.3. Análisis de los datos e información.....	104
4.4.4. Solucionario.....	105
4.4.5. Experimentación.....	105
4.4.6. Solución escalable.....	107
4.5. Conclusiones y recomendaciones	108
5. Bibliografía.....	112

Lista de figuras

Figura 1: Rueda de Ciudades Inteligentes. Fuente: Correia-Carballo, 2017	12
Figura 2: Visión Proyecto Smart City Lab UPB. En la que se muestra la expansión de los proyectos de laboratorio hacia los diferentes niveles de ciudad y país. Fuente: Lopez et al., 2014.....	24
Figura 3: Dimensiones del proyecto Micro Red UPB. Fuente: Lopez et al., 2014.....	24
Figura 4: Compromiso estratégico. Adaptación realizada por el autor del IAP2'S Public Participation Spectrum. Fuente: Smart City Bhubaneswar, 2015.....	32
Figura 5: Ecosistemas de la Universidad Inteligente - UA - Smart City. Fuente: Maciá, 2014	36
Figura 6: Fases del desarrollo del Living Lab. Fuente: Traducción propia de Larios et al., 2016	41
Figura 7: Pasos para la construcción de aplicativos para Ciudades Inteligentes en el Living Lab. Fuente: Traducción propia de Larios et al., 2016	42
Figura 8: Comunas Manizales. Fuente: Ortega, 2014.....	46
Figura 9: Áreas estratégicas e innovadoras identificadas en el país y el departamento de Caldas en el color Morado. Fuente: Naranjo et al., 2015.....	47
Figura 10: Empresas Registradas en relación con los componentes del Ecosistema Digital. Fuente: Cadena de productividad TIC, Secretaría de TIC y competitividad & Universidad de Manizales, 2010-2014	48
Figura 11: Pasajeros movilizados en transporte público colectivo por tipo de vehículo. 2007 a 2015 Fuente: DANE – Encuesta de Transporte Urbano de Pasajeros citador por (MCV, 2016).....	52
Figura 12: Desempeño de la Ciudad. Findeter et al., 2013	53
Figura 13: Cobertura de la empresa claro 2G para los servicios de voz, datos/Internet Fuente: Claro Colombia, 2018	58
Figura 14: Cobertura de la empresa claro 4G para los servicios de voz, datos/Internet, SMS. Fuente: Claro Colombia, 2018.....	59

Figura 15: Investigadores de la UNAL categorizados por Colciencias - Convocatoria 781 del 2017. Fuente: VRI, 2017	75
Figura 16: Proceso Desing Thinking. Fuente: Plattner, 2009.....	90
Figura 17: Enfoque Laboratorio CI. Fuente: Construcción propia con base en la definición de Thomson y adaptada al contexto del laboratorio de CI	92
Figura 18: Conexión de las sedes donde se instalará la infraestructura tecnológica. Fuente: Creación propia con el uso de imágenes con Fuente: Mapas sede (Wikipedia, 2017) y mapa Manizales (Universidad Nacional de Colombia [UNAL], s.f.)	93
Figura 19: Ecosistema Laboratorio CI - Caso Manizales. Fuente: Construcción propia.	94
Figura 20: Componentes básicos Smart. Fuente: De la metodología del Libro Blanco Smart University (Maciá, 2017).....	96
Figura 21: La sinergia entre la 'Smarsegt Cities Hackathons" y Living Labs como un facilitador de la innovación Fuente: (Alba et al., 2016).....	98
Figura 22: Cadena de Valor del Open Data. Fuente:(Abella, 2011)	100
Figura 23: Fases del subsistema - Laboratorio de CI. Fuente: Construcción propia.....	101
Figura 24: Escala de madurez para laboratorio de CI. Construcción propia basada en el método Technology readiness level de la Nasa (citado por Quintana, 2016)	107

Lista de tablas

Tabla 1: Dimensiones, indicadores y factores de las ciudades Inteligentes de Boyd Cohen. Fuente: Tabla de traducción propia del documento Ranking models of Smart Cities de Benamrou et al.,2016.....	14
Tabla 2: Consolidado de Laboratorios de CI con: indicadores, metodología de trabajo y especialización tecnológica. Fuente: Creación propia con base a lo encontrado en cada Laboratorio de CI.....	43
Tabla 3: Resultados del índice de Inteligencia Urbana propuesta para Colombia. Fuente: CCIT & Fedesarrollo, 2016.....	54
Tabla 4: Resultados del índice de inteligencia urbana (con 44 variables) comparando con otras ciudades líderes en Latinoamérica. Fuente: CCIT & Fedesarrollo, 2016.....	55
Tabla 5: Índice de Progreso Social, Incidencia de pobreza monetaria, incidencia de pobreza monetaria extrema y coeficiente de Gini en Manizales y Caldas. Serie Anual 2010 – 2015. Fuente: The Social Progress Imperative/DANE-Pobreza y condiciones de vida citado por (Cámara de Comercio de Manizales - CCM, 2016).....	63
Tabla 6: Grupos de Investigación Facultad de Administración. Fuente: Construcción propia basada en los resultados de la Convocatoria 781 de Colciencias, 2017 y de reporte Sistemas HERMES de la VRI (2018).....	71
Tabla 7: Grupos de Investigación Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Fuente: Construcción propia basada en los resultados de la Convocatoria 781 de Colciencias, 2017 y de reporte Sistemas HERMES de la VRI (2018).....	72
Tabla 8: Grupos de Investigación Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Fuente: Construcción propia basada en los resultados de la Convocatoria 781 de Colciencias, 2017 y de reporte Sistemas HERMES de la VRI (2018).....	73
Tabla 9: Comparación Ciudad y Universidad. Fuente: Creación propia.....	84
Tabla 10: Finalidad de los tipos de crowdsourcing. Fuente: (Rubio Díaz, 2014).....	97

Lista de abreviaturas

BID: Banco Interamericano de desarrollo

BMC: Corporación Municipal de Bhubaneswar

CCM: Cámara de Comercio de Manizales

CeDInt – UPM: Centro de I+D+I de la Universidad Politecnica de Madrid

CI: Ciudad inteligente

CCIT: Cámara Colombiana de Informática y Telecomunicaciones

Colciencias: Departamento Administrativo de Ciencia y Tecnología e Innovación de Colombia

CPSE: *Cyber Physical Systems Engineering*

CPSE LABS: *Cyber Physical Systems Engineering Labs*

DANE: Departamento Administrativo Nacional de Estadístico

DIMA: Dirección de Investigación y Extensión de sede

FINDETER: Financiera de Desarrollo Territorial

IDEA: Instituto de Estudios Ambientales

IPS: Índice de progreso social

LAAS CNRS: *Laboratoire d'analyse et d'architecture des systèmes*

MCV: Manizales como vamos

MINTIC: Ministerio de las Tecnologías de la Información

SAMOGA: Museo interactivo del Ciencia, Juego y Tecnología

SNB: Sistema Nacional de Bibliotecas

NBI: Necesidades Básicas Insatisfechas

PBG: Producto Bruto Geográfico

PMV: Paneles de mensaje variable

RCCCV: Red Colombiana de Ciudades Cómo Vamos

SIATA: Sistema de alertas tempranas

SRF: *Centre of Regional Science*

TIC: Tecnologías de la Información y Comunicación

UA: Universidad de Alicante

UI: Universidad Inteligente

UDG: Universidad de Guadalajara

UNAL: Universidad Nacional de Colombia

Universidad: Universidad Nacional de Colombia sede Manizales

UPB: Universidad Pontificia Bolivariana

UPM: Universidad Politecnica de Madrid

UPV: Universidad Politécnica de Valencia

VRI: Vicerrectoría de Investigación

ZEE: *Steinbeis – Europa – Zentrum*

Introducción

Durante la segunda mitad del siglo XX tuvieron lugar dos fenómenos de transformación social representativos: el primero, la progresiva urbanización de las ciudades y, el segundo, papel que desempeñaron los avances de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en diferentes ámbitos de la sociedad (Cocchia, 2014). Estos fenómenos han traído beneficios y oportunidades en términos de trabajo, educación y vida social, entre otros. No obstante, también han generado efectos negativos como la escasez de recursos vitales, el deterioro del ambiente y el sedentarismo en los ciudadanos. Entre algunas de las causas se ha identificado el crecimiento de la población y la mala administración de los recursos disponibles. Es así que esta situación ha dado paso a nuevos retos en las ciudades, como indican Bouskela, Casseb, Bassi, De Luca, & Facchina (2016), donde uno de los más importantes ha sido “la planificación, la administración y la gobernanza de las ciudades de forma sostenible, maximizando las oportunidades económicas y minimizando los daños ambientales” (Bouskela et al., (2016), p.15). Por tanto, estos retos se convierten en una tarea para la academia, los gobernantes, las empresas y la ciudadanía, de manera que, en conjunto, desarrollen soluciones haciendo uso de las TIC, en las que pongan como centro, la calidad de vida del ciudadano y la sostenibilidad de la ciudad.

En este escenario, autores como Cocchia (2014), Yin et al. (2015), Bouskela et al. (2016) plantean como solución la necesidad de transformar las ciudades convencionales en Ciudades Inteligentes (CI), ya que una CI tiene en cuenta múltiples dimensiones o áreas (gobernanza, ambiente, sociedad, movilidad y economía) integradas con el uso masivo de las TIC, las cuales brindan alternativas sostenibles para la ciudad en pro de su desarrollo económico y social. Sobre este particular, Bouskela et al., (2016) agregan que

una CI es aquella que coloca a las personas en el centro del desarrollo, incorpora Tecnologías de la Información y Comunicación en la gestión urbana y usa estos elementos como herramientas para estimular la formación de un gobierno eficiente que incluya procesos de planificación colaborativa y participación

ciudadana. Al promover un desarrollo integrado y sostenible, las Ciudades Inteligentes se tornan más innovadoras, competitivas, atractivas y resilientes, mejorando así vidas (p.16).

Esto indica que debe incluirse, junto a la incorporación de las TIC dentro de las dimensiones de una ciudad, a la ciudadanía activa que participe en la identificación de problemáticas y aporte soluciones a las mismas, y que en ese orden contribuyan en el mejoramiento de la calidad de vida, como un valor de interés general.

En el proceso que implica la transformación de ciudades convencionales en ciudades inteligentes, organismos internacionales como el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) (2016) han propuesto diferentes pasos para esta transformación: *(i.)* estructurar equipos de trabajo, *(ii.)* realizar diagnósticos de las situaciones, *(iii.)* diseñar soluciones integrales con visión multisectorial, *(iv.)* desarrollar planes de implementación, *(v.)* buscar asociaciones y *(vi.)* evaluar los resultados e impactos de las iniciativas adelantadas. Sin embargo, se ha podido identificar y resaltar la necesidad de probar y experimentar ideas de proyectos abriendo espacios colaborativos y de participación para encaminar progresivamente las distintas iniciativas en sistemas más pequeños que la ciudad (como, por ejemplo, las universidades) (Bouskela et al., 2016; Caragliu, Bo, Kourtit, & Nijkamp, 2015; Cocchia, 2014; Ruiz, Maximino Matus; Ramirez, 2013; Telefónica, s.f.).

Bajo esta consideración, en distintas partes del mundo (Universidad de Guadalajara (UDG), 2016; Universidad de Alicante (UA), 2015; Universidad de Bologna, 2013, entre otras) se han creado laboratorios para experimentar los proyectos de ciudad como parte de su consolidación como CI, algunos de estos han sido desarrollados como proyectos de gobierno y otros como iniciativas dentro de universidades, esta última modalidad se conoce como Universidad Inteligente (UI).

La pertinencia de una universidad como escenario para la experimentación de una CI es justificada por varios autores (V.-M. Larios-Rosillo, 2014; Maciá, 2014; Serra, 2015), quienes identifican en las universidades características similares a las de una ciudad como sistemas complejos a menor escala. Esta consideración convierte a las universidades en una “maqueta perfecta” del sistema ciudad: una comunidad pequeña en la que profesores,

alumnos y personal administrativo pasan una parte importante de sus vidas y tienen problemáticas parecidas, en muchos aspectos, a las que puede tener una ciudad.

En el mismo sentido, la universidad es un elemento generador y transmisor de conocimiento que, junto con la empresa y el gobierno, conforman la triple hélice: motor que da paso a las ciudades inteligentes (López, Juan Carlos; Villanueva, 2014) y como marco referencia para el análisis de sistemas de innovación basados en conocimiento. No obstante, existe un cuarto elemento que se agrega en el centro de esta triple hélice, que es el ciudadano: quien participa en la conformación de dicha ciudad y, por tanto, contribuye en la elaboración de soluciones inteligentes y sostenibles para mejorar la calidad de vida de sus habitantes; esta nueva conformación fue nombrada por Lombardi, Giordano, Farouh, & Yousef (2012) como la cuádruple hélice.

Manizales, ciudad de Colombia, se encuentra catalogada como una CI y campus universitario en donde se encuentra una de las sedes de la Universidad Nacional de Colombia (UNAL), que cuenta con recursos como los siguientes: proyectos multidisciplinarios, capital para la investigación, convenios con entidades públicas y privadas, interconexión con otras sedes, laboratorios, y servicios como transporte, salud, alimentación, entre otros (UNAL, 2017).

Con todo lo anterior, y teniendo en cuenta que es posible extrapolar experiencias de laboratorios de ciudad ubicados en otras universidades (UA; UDG; Universidad de Baleares, entre otras) se propuso como trabajo final, en el marco de la Maestría en Administración de Sistemas Informáticos, diseñar un ecosistema para implementar un laboratorio de CI para Manizales en la Universidad Nacional de Colombia de la sede Manizales. En el diseño de este ecosistema se incluyó la definición de las condiciones, factores y relaciones necesarios para la posterior implementación y funcionamiento de un Laboratorio de CI (tema que se pone a consideración para un futuro trabajo de investigación y desarrollo). Etapa posterior a la de un análisis comparativo entre la Universidad y la ciudad de Manizales, siguiendo las dimensiones e indicadores que componen el modelo de Boyd Cohen (2011 citado por Correia-Carballo, 2017), como un sistema de medición que permite medir el grado inteligencia de una ciudad.

El presente documento está estructurado en cinco capítulos. El primero titulado situación problema, muestra la situación encontrada en la UNAL y la ciudad de Manizales, los

objetivos y la justificación de este trabajo; el segundo, titulado marco teórico, se desarrolla el marco conceptual y los antecedentes de referencia; el tercer capítulo, titulado comparación Manizales y UNAL sede Manizales, inicia con una revisión de las características y capacidades de la ciudad y la Universidad, en temas de CI siguiendo el modelo de Cohen (2011 citado por Correia-Carballo, 2017) y finaliza con una análisis comparativo de los dos escenarios; el cuarto, titulado ecosistema base para la implementación de un laboratorio de CI para Manizales, muestra el ecosistema diseñado con base en lo revisado en otros laboratorios de CI y las características de Manizales y la Universidad, y, finalmente, un capítulo de conclusiones y recomendaciones.

1. Situación Problema

1.1. Situación encontrada

En la elaboración de la propuesta de desarrollo de este trabajo final se encontró que la transformación de ciudades convencionales en ciudades inteligentes es un proceso que requiere de la conformación de un equipo de trabajo que tendría como función diagnosticar la ciudad y diseñar una solución integral que impacte todos los sectores de la misma. Proceso que debe dar como resultado un plan de desarrollo en que el participan aliados de la academia y las empresas (Bouskela et al. 2016). En todo caso, el desarrollo de propuestas, ideas o iniciativas, que dan paso a una CI, requiere un espacio de prueba, experimentación y retroalimentación de los usuarios finales. Esto tiene como propósito reducir riesgos, generar impacto positivo en la ciudad y por tanto mejorar la calidad de vida de sus habitantes con soluciones de CI (Bouskela et al., 2016; Caragliu et al., 2015; Cocchia, 2014; Ruiz, Maximino Matus; Ramirez, 2013; Telefónica, s.f.). Esta consideración justifica la existencia de laboratorios para experimentar la ciudad en distintas partes del mundo.

Por último, Manizales se encuentra catalogada como una CI (MINTIC, 2014) sin disponer de un laboratorio para experimentación de iniciativas en este sentido; contexto en el cual es necesario considerar que en la ciudad funciona una de las sedes de la Universidad Nacional de Colombia afín a las características de la ciudad y con fortalezas que pueden ser puestas a disposición del fortalecimiento de Manizales como CI.

En este orden de ideas, y teniendo en cuenta que es posible extrapolar experiencias de laboratorios de ciudad en el ámbito mundial al contexto de Manizales, se plantea definir los aspectos de un ecosistema propicio para implementar en la UNAL sede Manizales, como un espacio de experimentación de iniciativas, ideas y prototipos para la CI.

1.2. Objetivo

1.2.1. Objetivo General

Definir el ecosistema base para la creación en la UNAL – sede Manizales de un laboratorio para Manizales - CI.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Comparar aspectos de Manizales - CI con aspectos de la Universidad Nacional de Colombia (Sede Manizales) - Universidad.
- Analizar casos reales de laboratorios de CI en el mundo para determinar los modelos y metodologías que utilizan en su funcionamiento e implementación.
- Definir el ecosistema base para la creación y funcionamiento de un laboratorio en la Universidad Nacional de Colombia (Sede Manizales) para Manizales - CI.

1.3. Justificación

La Universidad Nacional de Colombia es un sistema que integra elementos (humanos y tecnológicos) y procesos (investigación e innovación) diversos, que se sustenta en sus ejes misionales de docencia, investigación y extensión (UNAL, 2016). Tanto los elementos como los procesos son de suma importancia para el desarrollo de quienes conforman la Universidad, al igual que la ciudad en donde esta se ubica, señalando una oportunidad para institucionalizar un contexto referente para la experimentación y colaboración de quienes componen la realidad, en la que se desea llevar a cabo ideas o proyectos para fortalecer un sistema de innovación hacia una CI.

La pertinencia de la universidad como escenario de experimentación de una CI es justificada por varios autores, entre ellos Maciá (2014), Vicerrector de Tecnologías de la Información de la Universidad de Alicante, y quien afirma que:

El entorno universitario es un entorno controlado, donde las políticas económicas, de sostenibilidad, construcción o desarrollo se deciden de forma local y no dependen de factores externos, aunque siguen criterios similares a las políticas y estrategias

nacionales o internacionales. Es por ello que resulta la “maqueta perfecta” de una Smart City y un escenario idóneo para que los resultados a corto plazo se alcancen, además de servir como ejemplo guía y caso de estudio para abordar proyectos viables en nuestras ciudades (p.15).

Es desde esta mirada que la universidad representa una comunidad pequeña, en la que profesores y estudiantes [y personal administrativo] pasan una parte importante de sus vidas, y con problemáticas parecidas, en muchos aspectos, a las que pueda tener una ciudad (Serra, 2015). Es así que la universidad viene a ser un lugar idóneo para experimentar y probar proyectos, ideas e iniciativas con resultados a corto plazo que aportan a la transformación de una ciudad convencional hacia una Inteligente.

Esta propuesta cuenta con la oportunidad de ser realizada en una ciudad como Manizales, que tiene posibilidades y proyectos que apuntan a mejorar sus condiciones de CI; y de otro lado, el hecho de contar con una Sede de la UNAL con características similares a las de una ciudad que serán identificadas para determinar el tipo de laboratorio o espacio de experimentación que se tendría disponible para la ciudad de Manizales. Así, diseñar el ecosistema base de un laboratorio de Ciudad para Manizales permite conocer las condiciones básicas, aliados, antecedentes de este tipo de laboratorios y tecnologías a tener en cuenta para la implementación de un laboratorio de Ciudad en la UNAL sede Manizales.

Por último, vale la pena mencionar que la elaboración de esta propuesta está acorde con la naturaleza interdisciplinar de la Maestría en Administración de Sistemas Informáticos, dado que se propone definir un ecosistema base para implementar una herramienta de planificación de la ciudad de Manizales (actividad de la Administración), con el fin de desarrollar iniciativas que hagan uso de las TIC, y terminen por fortalecerla como CI (Sistemas Informáticos).

1.4. Impacto social y tecnológico

La definición del ecosistema base para la creación en la UNAL – sede Manizales de un laboratorio para Manizales – CI, servirá para una posterior implementación y puesta en marcha del mismo. De otro lado, y en caso de resultar de interés para otra ciudad y universidad

que cumplan con los aspectos generales que se indiquen, el resultado de este proyecto puede ser adaptado a las condiciones específicas del territorio e institución interesados.

A mediano plazo, la implementación de un laboratorio para Manizales – CI permitirá evaluar de manera previa, proyectos que tengan efecto sobre la ciudad de acuerdo con los objetivos y aspectos específicos que para ellos se definan.

El resultado de este proyecto se constituye en aporte al campo interdisciplinar de la Administración de Sistemas Informáticos, a partir de la definición del ecosistema base para implementar una herramienta de planificación de ciudad, para desarrollar iniciativas que hagan uso de las TIC, y terminen por fortalecer, en este caso a la ciudad de Manizales, como CI.

2.Marco Teórico

2.1. Marco Conceptual

En esta primera parte del texto se presentan conceptos base sobre CI, Universidad Inteligente -UI y Laboratorios de CI para el desarrollo posterior de la propuesta.

2.1.1.Ciudad Inteligente (CI)

2.1.1.1. Revisión del concepto

La definición de CI ha cambiado a lo largo de los últimos años, debido a los avances tecnológicos, las necesidades de las ciudades y la urbanización. Este concepto en la literatura es equivalente a *Smart City* o *Intelligent City* y ha sido revisado por varios autores (Cocchia, 2014; Gibson D V; Kozmetsky G; Smilor R W., 1992; Ruiz, Maximino Matus; Ramirez, 2013; Yin et al., 2015) desde diferentes perspectivas, no obstante, la definición sigue evolucionando y no existe una definición formal y universal del concepto.

Yin C T et al. (2015) en el documento *A literature survey on smart cities avanzan* en una revisión sobre el concepto *Smart Cities*, en que el que se menciona a Gibson D.V et al (1992), quienes especifican que el término *Smart City* apareció por primera vez en la década de 1990 y hacía énfasis en la tecnología, la innovación y la globalización como parte del proceso de urbanización. Algunas de las preguntas para desarrollar el concepto de CI que se abordan en esta revisión son: ¿cómo podemos entender mejor el concepto de CI?, ¿cuáles son las principales tecnologías de apoyo para una CI? y ¿cuáles son los principales temas de investigación relacionados con Ciudades Inteligentes? Por último, concluyen que existen diferentes perspectivas para entender el concepto CI pero estos lo definen “como una integración de infraestructura tecnológica que se basa en procesamiento de datos avanzados, con el objetivo de hacer que el gobierno de la ciudad sea más eficiente, unos ciudadanos más felices, unas empresas más prosperas y un medio ambiente sostenible” (Yin et al., 2015,

p.14). Esta es una definición que incluye las TIC y los actores que componen la ciudad como el gobierno, las empresas y los ciudadanos, donde el gobierno a través de la eficiencia de sus acciones dentro de la ciudad busca favorecer la economía, el medio ambiente y por tanto a sus ciudadanos.

Cocchia (2014) hace una revisión del concepto de *Smart City* en el documento "*Smart and Digital City: A systematic Literature Review*" donde recopila términos que suelen ser comparados con el término "Smart City": ciudad cableada, ciudad virtual, ciudad ubicua, CI, ciudad informática, ciudad digital, comunidad inteligente, ciudad del conocimiento, ciudad de aprendizaje, ciudad sostenible y ciudad verde. Términos que tienen como aspecto en común considerar una ciudad que intenta dar solución a retos que surgen de la urbanización, el cúmulo de información y el uso de TIC. Además, donde recoge definiciones de autores como Giffenger, R et al. (2007), California Institute (2001), Caragliu et al (2011), IBM (2010), Su et al (2011), Dameri (2013) y Hall, P. (2000) donde concluyen que no existe una definición formal y universal sobre el concepto.

Uno de las consideraciones sobre el concepto CI es su diferencia con lo que se le llama Ciudad Digital, dado que, una CI es la evolución de una Ciudad Digital. Situación que va más allá de dotar una ciudad de infraestructura tecnológica, dado que le entrega al ciudadano y al gobierno un rol para la solución de diferentes retos que aparecen con la urbanización y que por tanto serán mediado por las TIC (Gibson D V; Kozmetsky G; Smilor R W., 1992; Ruiz, Maximino Matus; Ramirez, 2013; Yin et al., 2015). Sin embargo, algunos autores como Cocchia (2014) utilizan el término Ciudad Digital como un sinónimo, donde la preocupación de una Ciudad Digital o Inteligente es dar solución a los retos que surgen de la urbanización.

Así, que si se habla del proceso transformación de una ciudad convencional en una CI debe haber una transformación digital, una evolución de una ciudad dotada de infraestructura tecnología hacia una CI que pone a disposición de sus ciudadanos además de las TIC medios de participación para dar solución a los retos de una ciudad y así garantizar su sostenibilidad. En esta línea el Centro de Innovación del Sector Público de PwC e IE Business School - Telefónica (2015) afirman que una CI "es un medio para avanzar hacia un modelo de ciudad propio [en el] que cada ayuntamiento debe definir en un plan a largo plazo, involucrando a todos los agentes y de manera especial al ciudadano, asegurando su participación: un plan que se debe consensuar y comunicar para asegurar su continuidad en el tiempo (p.10).

Teniendo en cuenta lo revisado, el concepto que se asume de CI es el definido por Bouskela et al., (2016) en la guía “La ruta hacia las Smart Cities. Migrando de una gestión tradicional a la CI” y publicada por el BID:

Una CI es aquella que coloca a las personas en el centro del desarrollo, incorpora Tecnologías de la Información y Comunicación en la gestión urbana y usa estos elementos como herramientas para estimular la formación de un gobierno eficiente que incluyan procesos de planificación colaborativa y participación ciudadana. Al promover un desarrollo integrado y sostenible, las Ciudades Inteligentes se tornan más innovadoras, competitivas, atractivas y resilientes, mejorando así vidas (p.16).

La anterior es una definición que recoge diferentes dimensiones y aspectos del concepto CI: tecnologías, participación ciudadana, población, desarrollo sostenible y planificación de ciudad, lo que permite tener una visión holística y confirma que la consolidación de un CI es un medio para mejorar la calidad de vida y como un nuevo modelo de relaciones entre los diferentes actores de una ciudad.

Una vez definido el concepto es necesario mencionar cuáles son las dimensiones o áreas que se tienen en cuenta a la hora de analizar qué tan inteligente o no es una ciudad, que se convierten en indicadores para la transformación de una ciudad convencional a una CI. Estas dimensiones son entonces los aspectos que componen a una ciudad y que ponen en juego su sostenibilidad. Algunos de los modelos de referencia utilizados son la ISO- 37120, el Ranking de ciudades europeas de Giffinger, R, Fertner, C., Kramar, H., Kalasek, R. Pichler-Milanović, N., and Meijers (2007), *Mapping Smart city* y la rueda de ciudades Inteligentes elaborada por Boyd Cohen (2011 citado por Correia-Carballo, 2017), esta última será la utilizada en el desarrollo de esta propuesta.

La utilización de la rueda de Ciudades Inteligentes elaborada por Boyd Cohen (2011) se justifica, en que, primero, ha sido utilizada como modelo de referencia por varios autores (Ceballos & Larios, 2016; Correia-Carballo, 2017; Larios, Gomez, Mora, Maciel, & Villanueva-Rosales, 2016; Shah, Nagargoje, & Shah, 2017) y ciudades de varios países (Argentina, Chile, Islandia, Estados Unidos). Segundo, autores como: Giffinger et al. (2007) y Moreno Herrera &

Gutierrez Sanchez, (2012), no mencionan a Cohen pero las áreas que identifican en una CI son las mismas que las de esta rueda. Tercero es un modelo jerárquico y el más simplificado que agrupa en seis dimensiones todos los indicadores de una ciudad lo que permite tener claridad de los aspectos más generales y de detalle que se deben analizar en una ciudad. Cuarto, las áreas del modelo coinciden con las que se definen en la guía “La ruta hacia las Smart Cities. Migrando de una gestión tradicional a la CI” (Bouskela et al., 2016) y en el documento “Smart cities; Smart of European medium-sized cities (Giffinger et al., 2007) que son las referencias para la metodología establecida en la propuesta.

2.1.1.2. Modelo de Boyd Cohen

La rueda de CI (Figura 1) fue elaborada por Boyd Cohen (2011 citado por Correia-Carballo, 2017) como un sistema de medición que permite analizar el grado de inteligencia que tiene una ciudad. Esta se compone de seis dimensiones, las mismas del modelo de Giffinger et al. (2007) pero el número de indicadores por cada dimensión se reduce a tres: “este modelo es universal e incluye diferentes indicadores manejables y mensurables recopilados directamente de las ciudades interesadas en el rendimiento de la evaluación comparativa o benchmarking” (Benamrou, Mohamed, & Bernoussi, 2016, p.8).



Figura 1: Rueda de Ciudades Inteligentes. Fuente: Correia-Carballo, 2017

El objetivo de esta herramienta de medición es apoyar el desarrollo de estrategias holísticas sobre las Ciudades Inteligentes y realizar un seguimiento de los avances en éstas de forma transparente (Kishore & Sodhi, 2011). Lo anterior, permite tener un modelo flexible a la hora de medir la inteligencia de las ciudades, teniendo en cuenta, que cada una tiene necesidades y un contexto diferente que marca la ruta en su transformación como CI. Sobre las dimensiones e indicadores que componen esta rueda, Cohen (2014) explica que:

[Esta rueda] tiene seis componentes [áreas o dimensiones] principales, que a su vez poseen subcomponentes [indicadores]: Economía inteligente (oportunidades, interconexiones, productividad); Gobierno inteligente (servicios on-line, adecuada infraestructura, etc); Personas inteligentes (educación, participación, cohesión social, creatividad); Hábitat inteligente (salud, cultura, seguridad); Movilidad inteligente (transporte público eficiente, accesos adecuados, infraestructura tecnológica); y Medio ambiente inteligente (edificios inteligentes, planificación urbana, gestión de recursos) (párr. 1).

Estas dimensiones, aunque son presentadas por separado deben integrarse, de manera que cuando se desarrolle un proyecto de CI impacte sobre el mayor número de áreas, además, los proyectos, los datos e información que allí se manejan tenderán a ubicarse en un área principal lo que permitirá medir de forma fácil.

En la Tabla 1 se presentan los tres indicadores para cada una de las seis dimensiones de la Rueda de CI de Boyd Cohen (2011 citado por Correia-Carballo, 2017). Estas dimensiones se describen a continuación según Boyd Cohen (citado por Torres Valencia, 2016; Correia-Carballo, 2017):

- **Economía Inteligente:** dimensión relacionada con el nivel de oportunidades de empleo, productividad laboral, turismo en línea (e-turismo), estímulos a la capacidad creativa y creadora y las conexiones locales y globales que tiene un territorio. Algunos de los indicadores para esta dimensión son: el porcentaje de empresas TIC radicadas en clusters, la cantidad de eventos (congresos y ferias) realizados de tipo internacional al año y el porcentaje del Producto Bruto Geográfico (PBG) invertido en investigación, desarrollo e innovación (I+D+I) para la ciudad.
- **Gobierno Inteligente:** dimensión relacionada con la calidad, transparencia y eficiencia del gobierno mediante el uso de las TIC. Su medición se puede hacer con indicadores como servicios en línea, infraestructura y gobierno abierto. Sus

indicadores son cantidad de puntos wifi ofrecidos por el gobierno, la diversidad de sensores instalados para monitorizar la movilidad, contaminación y desechos, los tramites en línea realizados y las políticas de datos abiertos instauradas.

- **Sociedad Inteligente:** dimensión relacionada con los factores que afectan las relaciones, la participación y la educación de los habitantes de un territorio. Se refiere a las capacidades de la sociedad propiamente dicha; esta dimensión busca potenciar el talento humano, el capital social y la participación ciudadana. Algunos de sus indicadores son hogares con conexión a internet, graduados universitarios y población económicamente activa trabajando en industrias creativas.
- **Hábitat o formas de vida Inteligente:** es una dimensión semejante a la dimensión sociedad inteligente, pero esta se refiere a aspectos del bienestar, la seguridad y la salud. Es una dimensión que atiende a las necesidades básicas insatisfechas y que, de estar bien atendida, impactará la dimensión Sociedad Inteligente. En esta entran los servicios públicos inteligentes como la salud (e-salud) y seguridad (e-seguridad). Esta dimensión tiene indicadores dados por el porcentaje de hogares con deficiencia habitacional, el porcentaje de presupuesto de la ciudad destinado a la cultura y la cantidad de crímenes registrados.
- **Movilidad Inteligente:** dimensión relacionada con la gestión del tráfico y del transporte público con el propósito de generar un valor económico y ambiental. Se relaciona con el uso de transporte limpio o de transporte público o que se obtenga información en tiempo real de los servicios de transporte. Igualmente, promueve la creación de infraestructuras inteligentes y ampliamente conectadas, el traslado de trayectos cortos a pie y trayectos medios en bicicleta.
- **Medio Ambiente Inteligente:** dimensión relacionada con el uso de las TIC en una ciudad para desarrollar un entorno inteligente capaz de optimizar, preservar y proteger sus recursos tales como el agua y la energía; de controlar los residuos y la polución, y la administración del territorio que garantice las áreas verdes.

Tabla 1: Dimensiones, indicadores y factores de las ciudades Inteligentes de Boyd Cohen. Fuente: Tabla de traducción propia del documento Ranking models of Smart Cities de Benamrou et al.,2016

Dimensión	Área de trabajo (Factores)	Indicadores	Descripción
MEDIO AMBIENTE	Edificios Inteligentes	Edificios con certificados de sostenibilidad	Numero de edificios con certificación de sostenibilidad LEED o BREAM en la ciudad
			% de edificios comerciales e industriales con medidores inteligentes

			% de edificios comerciales con un sistema de automatización de edificios	
		Casas Inteligentes	% de casas inteligentes (unifamiliares y multifamiliares) con medidores inteligentes	
	Administración de recursos	Energía		% de la energía total derivada de fuentes renovables (ISO 37120: 7.4)
				Uso total de energía residencial per cápita (en kWh / año) (ISO 37120: 7.1)
				% de la red municipal que cumple con todos los siguientes requisitos para la red inteligente (1. comunicación bidireccional; 2.) sistemas de control automático para abordar las interrupciones del sistema 3.) Información en tiempo real para los clientes; 4.) Permisos de generación distribuida; 5.) Admite la medición neta de la huella de carbono
		Huella de carbono	Emisión de gases de efecto invernadero medida en tonos per cápita (ISO 37120: 8.3)	
		Calidad del aire	Concentración de material particulado fino 2.5 ($\mu\text{g} / \text{m}^3$) (ISO 37120: 8.1)	
		Generación de residuos		% de los desechos sólidos de la ciudad que se reciclan (ISO 37120: 16.2)
				Total de residuos sólidos municipales ciudad per cápita (en kg) (ISO 37120: 16.3)
	Consumo de agua		% de edificios comerciales con medidores de agua inteligentes	
	Planificación Urbana Sostenible	Planificación a la resistencia climática	Consumo total de agua per cápita (litros / día) (ISO 37120: 21.5)	
		Densidad	La planificación de la resistencia al clima ¿Tiene su ciudad una estrategia de resistencia al clima pública / plan en su lugar? (S / N) En caso afirmativo, proporcione el enlace	
		Espacio verde per cápita	Densidad ponderada de la población (densidades promedio de los tramos censales separados que componen un metro)	
	MOVILIDAD	Transporte Eficiente	Transporte de energía limpia	Kilómetros de carriles bici y carriles por 100,000 (ISO 37120: 18.7)
				# de bicicletas compartidas per capita
# de vehículos compartidos por habitante				
# de estaciones de carga EV dentro de la ciudad				
Transporte multimodal		Transporte Público	Número anual de viajes de transporte público per cápita (ISO 37120: 18.3)	
			% de viajes de transporte no motorizados de transporte total	
			Sistema integrado de tarifas para el transporte público	
Infraestructura Tecnológica	Tarjetas Inteligentes	% de los ingresos totales del transporte público obtenidos a través de sistemas unificados de tarjetas inteligentes		

		Acceso en tiempo real a la información	Presencia de precios basados en la demanda (por ejemplo, precios de congestión, carriles de peaje de precio variable, espacios de estacionamiento de precio variable). S / N
			% de semáforos conectados al sistema de gestión de tráfico en tiempo real
			# de servicios de transporte público que ofrecen información en tiempo real al público: 1 punto por cada categoría de tránsito hasta 5 puntos totales (autobús, tren regional, metro, sistema de tránsito rápido (por ejemplo, BRT, tranvía) y modos de compartir (por ejemplo, <i>bikesharing</i> , auto compartido)
			Disponibilidad de la aplicación de tránsito multimodal con al menos 3 servicios integrados (S / N)
GOBIERNO	Servicios en línea	Procedimientos en línea	% de servicios gubernamentales a los que pueden acceder los ciudadanos a través de la web o el teléfono móvil
		Pagos electrónicos con beneficios	Existencia de pagos electrónicos de beneficios (por ejemplo, seguridad social) a los ciudadanos (S / N)
	Infraestructura	Cobertura Wifi	Número de puntos de acceso WiFi por km2
		Cobertura de banda ancha	% de usuarios comerciales y residenciales con velocidades de descarga de Internet de al menos 2 Mbit / s
			% de usuarios comerciales y residenciales con velocidades de descarga de Internet de al menos 1 gigabit / s
		Cobertura de sensores	# de componentes de infraestructura con sensores instalados 1 punto para cada uno: tráfico, demanda de tránsito público, estacionamiento, calidad del aire, desechos, H2O, alumbrado público
	Operaciones integradas de salud + seguridad	# de servicios integrados en un centro de operaciones singular aprovechando datos en tiempo real. 1 punto para cada uno: ambulancia, respuesta de emergencia / desastre, incendio, policía, clima, tránsito, calidad del aire	
	Gobierno Abierto	Datos Abiertos	Uso de datos abiertos
		Aplicaciones abiertas	# de aplicaciones móviles disponibles basados en datos abiertos
		Privacidad	Existencia de una política oficial de privacidad en toda la ciudad para proteger los datos confidenciales de los ciudadanos
ECONOMÍA	Emprendimiento e innovación	Nuevas <i>startups</i>	Número de nuevas empresas / año basadas en oportunidades
		I + D	% Del PIB invertido en I + D en el sector privado
		Niveles de empleo	Niveles de empleo % de personas en empleo a tiempo completo (ISO 37120: 5.4)
		Innovación	Índice de Innovación Ciudades innovadoras
	Productividad	Producto Regional Bruto per cápita	Producto Bruto Regional per cápita (en US \$, excepto en UE, en Euros)

	Conexiones locales y globales	Exportaciones	% de Producto Bruto Regional basado en exportaciones de tecnología
		Eventos Internacionales	Número de asistentes a congresos y ferias internacionales
SOCIEDAD/ PERSONAS/ FORMAS DE VIDA	Inclusión	Hogares conectados a Internet	% de hogares conectados a Internet
		Penetración de teléfonos inteligentes	% de residentes con acceso a teléfonos inteligentes
		Compromiso civil	# de actividades de compromiso cívico ofrecidas por el municipio el año pasado
	Participación del votante en las últimas elecciones municipales (% de votantes elegibles) (ISO 37120: 11.1)		
	Educación	Educación Secundaria	% de estudiantes que terminan la educación secundaria (ISO 37120: 6.3)
		Graduados universitarios	Número de títulos de educación superior por cada 100.000 habitantes (ISO 37120: 6.7)
	Creatividad	Inmigrantes nacidos en el extranjero	% de población nacida en un país extranjero
		Urban Living Lab	# de laboratorios living ENOLL oficialmente registrados
		Empleos de la industria creativa	Porcentaje de la fuerza laboral (FL) dedicada a las industrias creativas
HÁBITAT	Cultura y bienestar	Condiciones de vida	Porcentaje de habitantes con deficiencia de vivienda en cualquiera de las siguientes 5 áreas (agua potable, saneamiento, hacinamiento, calidad de material deficiente o falta de electricidad)
		Índice de Gini	Coficiente de desigualdad de Gini
		Clasificación de calidad de vida	Clasificación de la Calidad de vida según la encuesta Mercer
		Inversión en Cultura	% del presupuesto municipal asignado a la cultura
	Seguridad	Crimen	Tasa de delincuencia por cada 100,000 habitantes (ISO 37120: 14.5)
		Prevención Inteligente del delito	# tecnologías en uso para ayudar con la prevención del delito, 1 punto por cada uno de los siguientes: cámaras de video en tiempo real, aplicaciones de taxi, tecnologías predictivas de software delictivo
	Salud	Historial de salud individual	% de residentes con historiales de salud únicos y unificados que facilitan el acceso del paciente y del proveedor de salud para completar los registros médicos
		Esperanza de vida	Esperanza de vida promedio (ISO 37120: 12.1)

2.1.2.Universidad Inteligente (UI)

El concepto UI surge del interés en las universidades de hacer parte del proceso de transformación de una ciudad convencional a una CI. Por tanto, una UI tendrá características similares a las de una CI, donde existe un proceso que va más allá de la adquisición de infraestructura tecnológica, en el que se permiten espacios de interacción y colaboración de profesores, estudiantes y trabajadores, para la gestión del conocimiento en cada una de las áreas o dimensiones de una CI (economía, sociedad, gobernanza, movilidad, medio ambiente y calidad de vida) pero a menor escala, y no necesariamente de menos complejidad que la de una ciudad.

El concepto UI puede ser abordado desde un punto vista organizacional tradicional en el que no se incluya la incorporación de las TIC. José Antonio Marina (2004) en el documento “Universidades inteligentes y universidades tontas” llama a una organización inteligente:

Aquella que crea un entorno inteligente, en el que las inteligencias particulares se desarrollan con eficacia y brillantez. Lo consiguen por el modo de estar organizados, por los hábitos de colaboración que establecen, por el clima estimulante, por el atractivo de un proyecto. Las instituciones que no consiguen añadir ese plus de brillante, creatividad y eficacia, son instituciones tontas. Vampirizan el talento, y lo dilapidan en burocracias agotadoras, pugnas mezquinas por el poder o por los presupuestos, nepotismos sin ilustración y endogamias degenerativas y perversas (Marina, 2004, p. 261).

Además, concluye que “una institución inteligente es el resultado de talentos individuales + modos de colaboración + memoria compartida + clima de estímulo + buena dirección. Todo esto unificado por un proyecto valioso” (Marina, 2004, p. 261).

Entre las propuestas de concepto de UI que incluyen las TIC está la de Rendón (2012) titulada “Universidad inteligente ¿Paradigma de control?”: en cual se describe sus características, en qué consiste, su metodología y su objeto. El autor concluye que “una UI, sienta su base teórica a partir de la persona y su entorno, teniendo como principal metodología repartida, y su implementación con sistemas de ayuda inteligente, mediante la integración de tecnologías y reutilización de información” (Rendón, 2012, p.18).

Otros autores agregan que, aunque las universidades sean consideradas inteligentes por utilizar y tener TIC para mejorar el rendimiento y la calidad de vida de sus estudiantes, se debe avanzar hacia una UI que provea soluciones tecnológicas que promuevan la colaboración y la cooperación entre individuos, donde el conocimiento es compartido entre los empleados, maestros, estudiantes y todas las partes interesadas de una manera transparente (Coccoli, Guercio, Maresca, & Stanganelli, 2014).

Por otro lado, con una mirada que integra las TIC, el conocimiento de las personas y las relaciones de los actores que en una universidad existen, la Universidad de Alicante (UA), dentro de su proyecto de consolidación como UI, define esta característica como aquella que permite “mejorar la calidad de vida haciendo uso intensivo global, eficiente y sostenible de las tecnologías de información (TI) interconectando a todos los actores y servicios en beneficio de toda la comunidad” (Maciá, 2014, p.13); teniendo en cuenta los nuevos escenarios tecnológicos, de comunicación y sociales de la actualidad. Agrega que, hablar de Smart es decir inteligencia, es hablar de calidad de vida, sostenibilidad, eficiencia y optimización, que unido con el término Universidad, como lugar de generación y conocimiento e innovación, da lugar al concepto de UI (Smart University) (Maciá, 2014). Esta definición es la que se asume dado que presenta una mirada más holística que busca impactar el contexto general de su universidad para posteriormente llevarlo a la ciudad y será por tanto uno de los referentes de este trabajo.

2.1.3. Laboratorio para Ciudad Inteligente

Los laboratorios reducen la incertidumbre del resultado que se espera obtener según una teoría planteada. Los laboratorios son una herramienta necesaria para poder materializar los saberes y las ideas que nacen por las necesidades o la curiosidad (Lugo, 2006; UNAL, 2014). Los laboratorios están diseñados según las necesidades de la ciencia, la rama o el sector al que pertenezcan (Sangüesa, 2013). Entre tanto, las ciudades inteligentes pueden, así como las disciplinas de la ciencias exactas y ciencias naturales, utilizar laboratorios como espacios para la experimentación y viabilización de iniciativas o proyectos. Entre los propósitos de los laboratorios de CI está experimentar las innovaciones, permitir la participación de la comunidad en la planificación de la ciudad, y abordar progresivamente iniciativas de *Smart City* desde sistemas más pequeños (Bhubaneswar Municipal Corporation [BMC], 2016; Cagnot, 2016; Larios-Rosillo, 2014; Riet, Zikken, Osiek, Gaarlandant, & Veltkamp, 2016; UA, 2015).

Por último, este tipo de laboratorios han sido desarrollados como proyectos de gobierno y otros en las universidades, los últimos apuntan a conformar Universidades Inteligentes o *Smart Universities*. Algunos de los ejemplos de estos son¹:

- **España:** Universidad de Alicante – *Smart University*, proyecto en el cual se define la universidad como una maqueta perfecta para abordar iniciativas de *Smart City* (UA, 2015); y Universidad de Baleares – *Smart University*, proyecto en el cual se diseña un marco que permite adaptar el entorno universitario a los distintos ejes de las ciudades inteligentes: economía, movilidad, ecosistema, ciudadanía, calidad de vida y gobernanza (Serra, 2015).
- **México:** Universidad de Guadalajara con un Laboratorio de CI en donde se generan soluciones a problemas de ciudad, está situado en el Centro de Innovación en Ciudades Inteligente del Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas de esa Universidad (Larios et al., 2016).
- **India:** *Smart City Lab* de Bhubaneswar del gobierno de la misma ciudad, se basa en un enfoque experimental para considerar la participación comunitaria en la planificación de la ciudad (BMC, 2016).
- **Países Bajos:** *Smart City Experience Lab* de Amsterdam, es un espacio que permite a los visitantes experimentar las innovaciones (Riet et al., 2016).

Del concepto Laboratorio de CI no existen revisiones de literatura, pero se asume que es un lugar de experimentación, como un lugar a menor escala para probar, adoptar y retroalimentar iniciativas de CI, que se enmarcan en las dimensiones de una CI; estos también son llamados laboratorios Urban Labs o Laboratorios Urbanos, Smart City Living Labs o laboratorios vivientes para Ciudad. Estos laboratorios hacen parte de los antecedentes de este trabajo dado que de su análisis resultan características que deberán incluirse en el diseño del ecosistema del Laboratorio de CI para Manizales.

¹ Dentro de los antecedentes de este trabajo se ampliará la información de los laboratorios de CI como parte del objetivo 2 de la propuesta.

2.2. Antecedentes

Teniendo en cuenta que es posible extrapolar experiencias de otras universidades y entidades al contexto de la UNAL – sede Manizales, y que el objetivo de este trabajo es el diseño de un ecosistema para un laboratorio de CI, es pertinente la revisión bibliográfica detallada de los laboratorios de CI encontrados. Lo anterior, es el paso previo para conformar una línea base para determinar los componentes y condiciones del ecosistema del que en este proyecto se habla.

2.2.1. Laboratorios de CI Micro Red Inteligente – Universidad Pontificia Bolivariana (UPB)

Ubicación: Universidad Pontificia Bolivariana -UPB - sede Medellín (Antioquia) Colombia.

Descripción de la ciudad

Medellín es una ciudad de 2.464.322 habitantes siendo la segunda ciudad más habitada de Colombia. Geográficamente se encuentra situada dentro de un plano inclinado que desciende desde 1800 hasta 1500 metros de altura sobre el nivel del mar. Esta ciudad ha sido reconocida como la más innovadora en el 2015 por parte de la Wall Street Journal, City Group y Urban Land Institute. La composición económica de la ciudad se centra en los sectores industriales principalmente textiles, productos químicos, alimentos y bebidas (Amar, 2016).

Descripción de la universidad

Esta universidad cuenta con cuatro sedes en el país para un total de 29 mil estudiantes distribuidos en 260 programas, algunos de sus servicios son zonas deportivas, laboratorios, Bibliotecas, Biodiversidad de especies en los campus como samanes, algarrobos, tulipanes, bucares, entre otros y una línea segura y de emergencia (UPB, s.f.).

Objetivo del proyecto

Consolidar el concepto de una CI desde un campus universitario como un laboratorio para la ciudad y el país a través de la integración de nueve subsistemas básicos gestionables centralmente, para el uso racional y eficiente de los recursos energéticos (UPB, 2016).

Descripción del proyecto

Es un proyecto que empieza funcionar en el 2014 y aún está vigente, pues es una iniciativa que tiene como propósito fortalecer la relación Universidad – Empresa – Estado proyectando a la UPB como un campus inteligente facilitando la formación de investigadores en el campo de energías alternativas y de Ciudades Inteligentes; este proyecto integra áreas y focos temáticos, tales como energía eléctrica, TIC, infraestructura, arquitectura, vigilancia tecnológica, planeamiento urbano, etc. (Micro Red Inteligente UPB, 2014; UPB, 2016).

El proyecto tiene tres fases:

La primera es la implementación de la infraestructura de la Micro-Red, ésta se realizará en un periodo de dos años; en la segunda, se llevarán a cabo investigaciones, pruebas y evaluaciones del desempeño de cada componente de la Micro-Red, se desarrollarán prototipos y se integrarán otros existentes; en la tercera fase se diseñarán Micro-Redes escaladas y soluciones a la medida para potenciales clientes, según sus necesidades (Micro Red Inteligente UPB, 2014).

Actualmente la Micro Red Inteligente UPB (2014) posee los siguientes sub-sistemas: Generación solar fotovoltaica, esquema híbrido de generación, generación eólica, almacenamiento de energía gestionable, sistema para la gestión de vehículos eléctricos, estación de carga modular – *Carport*, sistema básico de gestión de flota, alumbrado público con eficiencia, *Smart home* y Piloto de demanda desconectable.

Finalmente, entre los propósitos del proyecto como afirma Lopez, Isaac, Gonzalez, & Cardona (2014) es que:

Micro Red UPB se convierta en un referente nacional para la implementación de sistemas de este tipo, que se logre un escalamiento de tal forma que permita ofrecer soluciones particulares que integren varios de los componentes de la Micro Red a posibles clientes, según sus necesidades: el gobierno (a través de zonas no interconectadas, estaciones militares, de telecomunicaciones), complejos turísticos, empresas cogeneradoras o autogeneradoras del sector minero energético (petroleras, gasíferas, mina, etc.), e incluso conglomerados humanos urbanos como centros comerciales, unidades residenciales, industrias, universidades, colegios, hospitales, entre otros (Lopez et al., 2014, p. 2).

Financiación, socios y recursos

Según Llano (2015) el proyecto es liderado por el grupo de Investigación en Trasmisión y Distribución de Energía Eléctrica y además posee socios estratégicos a nivel de empresa, universidad y Estado como:

Empresa: NETUX, Hybrytec Energía Solar, GAIA, HVM Ingenieros, XM Filiar de Isa, Innovari, Actum , Furel Ingeniería, EE Soluciones Ecológicas S.A.S, World Energy Council y CIDET.

Universidad: Universidad de Waterloo y Hochschule Kempten.

Estado: Colciencias y El inicio de la Ruta.

Programas o políticas de la ciudad alineadas al proyecto

Según Amar (2016), Medellín desde el plan de desarrollo 2004-2007, inicia el proceso de transformación urbana ciudadana; esta ciudad posee el programa Medellín CI en que se consolida procesos de apropiación de TIC, generación de contenidos, diseño de servicios y apoyo a estrategias de conectividad pública en pro de mejorar la relación de los ciudadanos con su entorno y con la administración municipal, las líneas estratégicas del programa son: Participación ciudadana; Gobierno abierto; Innovación social y Sostenibilidad. Actualmente Medellín posee servicios de CI como:

- Movilidad: Sistema Inteligente de Movilidad de Medellín, detección electrónica de infracciones de tránsito, paneles de mensaje variable (PMV) y circuito cerrado de televisión, gestión de flotas y centro de control de semáforos.
- Seguridad: Sistema de seguridad urbana y número único de emergencias, seguridad en linea.com, sistema de información al usuario y sistema de videovigilancia.
- Ambiental: Red de monitoreo de ruido ambiental, sistema de alertas tempranas (SIATA) y sistema de videovigilancia.
- Eficiencia Energética: Piloto en redes eléctricas inteligentes.
- Participación ciudadana: Portal de co-creación: MiMedellín y portal alcaldía de Medellín.

Agrega el autor que la ciudad de Medellín para el 2016 es la única ciudad en Colombia que tiene un plan de ciencia, tecnología e innovación

Esquemas e imágenes de referencia encontrados:



Figura 2: Visión Proyecto Smart City Lab UPB. En la que se muestra la expansión de los proyectos de laboratorio hacia los diferentes niveles de ciudad y país. Fuente: Lopez et al., 2014



Figura 3: Dimensiones del proyecto Micro Red UPB. Fuente: Lopez et al., 2014

2.2.2. *Cyber Physical Systems Engineering Labs (CPSE LABS)*

– Unión Europea

Ubicación y entidad directora

Es un laboratorio que funciona en todo Europa como entidad fundadora, se encuentra la Unión Europea en compañía de otros institutos, y universidades, que cumplen el papel de ser centro de diseño como: La Universidad Politécnica de Madrid (UPM), Universidad Newcastle, Universidad Técnica de Munich (Cyber Physical Systems Engineering - CPSE, 2016b).

Objetivos del proyecto

El proyecto CPSE (2016) tiene como objetivos:

- Brindar apoyo a las empresas europeas con la financiación de experimentos para avanzar en si cartera de productos hacia nuevos mercador y dominios de aplicaciones.
- Estimular la adopción de TIC avanzadas entre las PYMEs europeas.

Descripción del proyecto

Es un consorcio de nueve entidades como empresas y la academia (Universidad de Politécnica de Madrid y Universidad de Newcastle), con experiencia en ingeniería sistemas ciberfísicos (Cyber-Physical Systems)¹, con el propósito de financiar y apoyar técnicamente a empresas de todo Europa relacionadas cuyo negocio depende de los CPS para desarrollar experimentos en uno de los seis centros de diseño y de investigación dispuestos en toda Europa como: Francia, Alemania, España, Suecia. Para el diseño de experimentos se tiene acceso a tecnología, apoyo y asesoramiento por parte de personal especializado (CPSE, 2016). El Centro de I+D+I de la Universidad Politecnica de Madrid (CeDInt - UPM) (2018) afirma que experimentos “pueden estar orientados a facilitar modelos de negocio innovadores basados en los CPS en el ámbito europeo, demostrar tecnologías innovadoras de diseño de CPS o centrarse en el diseño concreto de nuevos e innovadores CPS” (párr.1), que en la actualidad se han desarrollado seis convocatorias de apoyo para los empresarios.

¹Según CeDInt – UPM (2018) los CPS son: sistemas que vinculan el mundo físico (por ejemplo, a través de sensores o actuadores) con el mundo virtual del procesamiento de la información. Se componen de diversas partes constituyentes que colaboran para crear un comportamiento global. Estos componentes incluirán sistemas de software, tecnología de comunicaciones y sensores / actuadores que interactúan con el mundo real, a menudo incluyendo tecnologías integradas (párr.1).

Las áreas de CI abordadas en el proyecto son: economía, movilidad, calidad de vida, personas y ambiente. Los dominios del centro de diseño son: sistemas embebidos, sistemas de producción, robótica, automotor, edificios inteligentes, agricultura, seguridad y desarrollo de plataformas. Según la página principal del proyecto (CPSE, 2016) los proyectos que desarrolla en el centro son:

- **Habilitación de integración eficiente de la cadena de herramientas de CPS:** Experimento cuyo objetivo es ayudar a los usuarios a resolver los diferentes desafíos de integración de la cadena de herramienta de marketing y negocios electrónicos de manera que se proporcione dominio de los CPS, para así, tener una ventaja competitiva con otros proveedores (CPSE, 2016). Uno de los socios es FindOut Technologies AB, empresa sueca orientada a ayudar a otras empresa innovadoras en perfeccionar el desarrollo de sus productos tecnológicos desde el análisis hasta el desarrollo del producto (FinOut, 2018).
- **SoGestion de energía y carga en tecnología de procesos utilizando IEC 61499:** Este experimento tiene como objetivo adoptar la gestión de la demanda en los procesos industriales intensivos para la energía en los procesos de producción en las PYME con el propósito de reducir el gasto innecesario de energía.
- **Formal Rob:** Es un proyecto que incluye un marco de referencia para desarrollar y validar aplicaciones robóticas o CPS. Uno de los socios es la Universidad de Joseph Fourier.
- **DyPro:** Experimento que tiene como objetivo desarrollar una plataforma para la gestión de aplicaciones de monitoreo de edificios, que recolecte y analice los datos de producción en tiempo real y genere información para el apoyo en la toma de decisiones.

Financiación, socios y recursos

Según el CeDInt - UPM (2018) el proyecto CPSE-LABS su financiación en su mayoría proviene de la Unión Europea, pero cuenta socios que alojan los centros de diseño en diferentes universidades, estos son:

- **Fortiss:** es un instituto de investigación asociado con la Universidad Técnica de Múnich para sistemas y servicios intensivos en software. Empresa impulsora de innovación para el diseño y transformación digital y de administración en Baviera (Fortiss, 2018).

- **KTH Royal Institute Of Technology in Stockholm:** Universidad de Estocolmo (Suecia) como una de las líderes técnicas en Europa, donde se única uno de los centros de diseño de CPSE LABS donde se desarrollan experimentos centrados en sistemas autónomas y sistemas de información de alta seguridad (KTH, 2018).
- **ONERA:** Es la oficina Nacional de Estudios e Investigación Aeroespacial de Francia responsable de desarrollar y orientar la investigación en el campo aeroespacial y la divulgación de los resultados de esta investigación científica y técnica. Como una de las sedes del laboratorio, donde se desarrollan experimentos centrados en evaluaciones de seguridad, investigación en arquitecturas de software robóticas confiables y vehículos autónomos (ONERA, 2018).
- **Laboratoire d'analyse et d'architecture des systèmes (LAAS CNRS):** Como otra sede de CPSE LABS en Francia, es un laboratorio de análisis y arquitectura de Sistemas en unión con el Instituto de Ciencias de Sistemas e Ingeniería (INSIS) y el Instituto de Ciencias de la Información y sus interacciones (INS2I), donde se desarrollan cuatro áreas estratégicas: ambientes inteligentes, calidad de vida, energía y habita (LAAS CNRS, 2018).
- **Universidad Politécnica de Madrid [UPM]:** Es una universidad pública con sede en la Ciudad Universitaria de Madrid y con instalaciones en varias ubicaciones de Madrid y Boadilla del Monte, en donde los experimentos están centrados en tópicos como internet de las cosas, ciudades inteligentes y servicios en la nube (CeDInt - UPM, 2018).
- **Universidad de Newcastle:** En su Escuela de Ciencias de la Computación en el Reino Unido, se encuentra ubicado uno de los centros del CPSE Labs, donde se desarrollan experimentos para CPS concentrados en el modelado y la simulación (Newcastle University, 2018).
- **Steinbeis – Europa – Zentrum (ZEE):** Es una compañía con el objetivo de facilitar las pequeñas y medianas empresas el camino para la financiación de la investigación de la Unión de Europa y apoyar la transferencia tecnológica (ZEE, 2018).
- **OFFIS:** Es una empresa de base tecnológica, orientada a servir como puente para permitir la transferencia tecnológica, innovación y desarrollo en empresas aliadas. Además apoya el proceso de creación de spin-offs, como unas de las sede de CPSE Labs en Alemania Norte, se desarrollan experimentos en temas como modelado basado en seguridad, análisis de seguridad y sistemas marítimos (OFFIS, 2018).
- **Indra Sistemas SA:** Es una compañía que provee mundialmente soluciones en temas de Transporte, seguridad, defensa, energía e industria, con el propósito de generar

valor a corto y largo plazo en sus empresas aliadas. Es co-anfitrión del centro de diseño español con sede en Madrid (Indra Company, 2018).

2.2.3. Catedra *Smart City* como Laboratorio de Ciudad – Universidad Politécnica de Valencia

Ubicación: Universidad Politécnica de Valencia (UPV) — Alcoy (España).

Descripción de la ciudad

El municipio de Alcoy se ubica en la Provincia de Alicante (Comunidad Valenciana, con una superficie de 129,86 km² y se encuentra a 54 km de Alicante y a 107 km de Valencia. La población del municipio del 2017 fue de 61.321 habitantes en su mayoría está compuesto de mujeres y en general el 50, 08% de la población es de 30 y 40 años. La principal economía está la producción de farmacéuticos, alimentos y perchas (Ayuntamiento de Alcoy, 2017).

Descripción de la universidad

Universidad con aproximadamente 40.000 estudiantes distribuidos en cuatro campus en diferentes municipios de Alicante, entre los campus se encuentra el campus Alcoy con la Escuela Politécnica de Alcoy. Este campus posee servicios como bibliotecas, bases de datos bibliográficas, formación para el empleo, alojamientos, instalaciones deportivas, acceso a becas, movilidad académica, además de la gestión online de estos servicios. En infraestructura cuenta con tres edificios, dos de ellos son edificios históricos de la Revolución Industrial Alcoyana y el tercero es una nueva instalación con el área deportiva (UPV - Campus de Alcoy, 2017).

En general este campus cuenta con el 94.5% de satisfacción por parte de sus usuarios. Uno de los proyectos bandera es la Red Entorno que tiene como objetivo profundizar en las relaciones de la Universidad con las empresas del entorno socioeconómico (UPV - Campus de Alcoy, 2017).

Objetivo del proyecto

Gestionar información y aplicar el conocimiento para mejorar la vida de los ciudadanos de Alcoy, mediante la cátedra Smart City, como un espacio de experimentación (Ayuntamiento de Alcoy, 2017, p.86).

Descripción del proyecto

Utilizando como medio un espacio de formación denominado la cátedra de empresas Smart City del campus de Alcoy de la UPV se abre un espacio para la búsqueda de soluciones, prototipado de dificultades, hacer pruebas y aplicar soluciones a la ciudad como un laboratorio de experimentación de la ciudad de Alcoy, en el marco de su estrategia para la transformación en CI (Manuel Llorca citado por el Ayuntamiento de Alcoy, 2014):

La principal iniciativa de dicha colaboración [universidad y estado] está en el desarrollo de plataformas de servicios que, apoyándose en las principales tecnologías existentes, logren definir un sistema de base de datos integrada en todos los procesos claves de la ciudad (Ayuntamiento de Alcoy, 2017, p.86).

La consideración de la colaboración de la UPV está justificada en que es un espacio con las “condiciones de participar y poner en marcha proyectos de movilidad, eficiencia energética, utilización de energías renovables y otras...” (Ayuntamiento de Alcoy, 2015, p.24).

Según el plan estratégico del Ayuntamiento de Alcoy (2017 -2025), el proyecto *Cátedra Smart City* tendrá siete líneas bases: la movilidad, el medio ambiente, la accesibilidad, el deporte y la educación, las nuevas tecnologías, la transparencia y la participación ciudadana; cuyas actividades son:

- Fomentar el despliegue y la adopción de redes y servicios para garantizar la conectividad digital.
- Promover los servicios públicos digitales, la alfabetización digital, e-aprendizaje, e-inclusión, así como e-salud.
- Reforzar el e-gobierno, e-cultura y la confianza en el ámbito digital.
- Promover las TIC en estrategias de desarrollo urbano integrado a través de actuaciones de la administración pública local y *Smart Cities*.
- Desarrollar la economía digital, el comercio electrónico, para el crecimiento, la competitividad y la internacionalización de las empresas.

Los retos estipulados en el marco del proyecto *Smart Alcoy* (2017-2025), que deberán ser desarrollados dentro de la cátedra son:

Reto 1: Modernizar la gestión de reservas (espacios, cursillos, etc.), resolver problemáticas de las incidencias en Alcoy, la tramitación de abonos y la gestión de las actividades e instalaciones deportivas con el fin de facilitar dichos trámites a los

ciudadanos y de mejorar la obtención de información sobre perfiles de uso de las instalaciones deportivas, con el fin último de garantizar más y mejores servicios a la ciudadanía.

Reto 2: Identificar fórmulas alternativas e innovadoras para la financiación del servicio municipal de transporte público colectivo.

Reto 3: Disponer y proporcionar al ciudadano herramientas en tiempo real que le faciliten el uso del servicio de transporte público.

Reto 4: Incorporar tecnologías de la información y la comunicación eficientes y económicamente viables en la gestión del tráfico.

Reto 5: Mejorar la disponibilidad de información sobre el perfil del visitante, así como mejorar la comunicación con el mismo y la difusión de información turística relevante.

Reto 6: Lograr una mayor visualización y accesibilidad al patrimonio cultural e histórico (material e inmaterial) de la ciudad.

Financiación, socios y recursos

La cátedra está adscrita al Campus de Alcoy de la UPV y su director es Manuel Llorca, profesor del Departamento de Informática de Sistemas y Computadores. El proyecto cuenta con el apoyo académico de las empresas adscritas al Red Entorno, Alcaldía del municipio de Alcoy con un presupuesto de 30.000 euros.

Programas o políticas de la ciudad alineadas al proyecto

Como proyecto macro que cubija a la cátedra Smart City es el proyecto *Smart City Alcoy* contenido en el plan estratégico 2017-2025 de este municipio; cuyo objetivo es “implantar en Alcoy una estructura de CI, denominada *Smart_Alcoy* capaz de mejorar la calidad de vida de los ciudadanos, mejorar el entorno medioambiental, la disminución de gases de efecto invernadero y mejorar la economía de los ciudadanos, las empresas y las entidades públicas” (Ayuntamiento de Alcoy, 2015, p.5).

2.2.4. Smart City Lab (SCL) Bhubaneswar

Ubicación: Bhubaneswar India, a cargo de la Corporación Municipal de Bhubaneswar (BMC).

Descripción de la ciudad

Según la BMC (BMC, 2016) la ciudad de Bhubaneswar es la capital del estado federal de Odisha, y antigua capital de Kalinga, conocida como la ciudad del templo por su riqueza cultural y se localiza en la costa este de la India, en el distrito de Khordha, posee una ubicación geográfica estratégica, dado que es el lugar obligatorio de paso a Asia Sudoriental. Además, agrega que la ciudad es un centro emergente para la educación, la salud y la tecnología de la información. Esta ciudad es potencia en tecnologías de la información dado que alberga cinco de las principales empresas indias de TI: Infosys, Wipro, Tata Servicios de Consultoría, Tech Mahindra y Mindtree y está clasificada en el tercer lugar para invertir por el Banco Mundial (2014 citado por BMC, 2016), por tanto el principal sector económico de la ciudad es el sector de servicios. Su población es alrededor de 974.000 habitantes y en su mayoría son hombres, entregándoles una cobertura del 95% en el servicio del agua (Smart City Bhubaneswar, 2015).

Objetivo del proyecto

Promover la participación urbana mediante un enfoque experimental en la ciudad de Bhubaneswar.

Descripción del proyecto

Este proyecto a diferencia de los otros laboratorios es un espacio de participación mediante una plataforma para los ciudadanos donde co-crean soluciones y se mantienen informados sobre las iniciativas que se están desarrollando en temas de CI, además involucra a las personas a través del programa basado en actividades. Es un proyecto bajo el proyecto macro de transformación de la ciudad de Bhubaneswar en CI. La BMC (2016) explica que:

Bhubaneswar ha empleado un extenso proceso de participación ciudadana para guiar su viaje hacia la transformación a una ciudad más inteligente. A partir de la información recibida de los ciudadanos, el enfoque general se centra en promover el crecimiento inteligente respaldado por principios sólidos de desarrollo económico; al mismo tiempo, dirigir la inversión en iniciativas que promuevan la sostenibilidad, la inclusión y la habitabilidad al aprovechar la tecnología como un habilitador (párr.1).

Entre los proyectos elegidos y retroalimentados por los ciudadanos está el proyecto de creación del Distrito de la Ciudad de Bhubaneswar en donde se elige la reurbanización de 985 acres alrededor de la estación de tránsito ubicada centralmente en un lugar muy frecuentado de la ciudad, estos centros proporcionarían las bases para una ciudad más inclusiva, eficiente en el uso de los recursos y habilitada para la tecnología. para la implementación de soluciones inteligentes en el área de movilidad; y el proyecto Pan-City Smart como el centro de Gestión y Operaciones de la CI de vanguardia, que sirve para integrar múltiples sistemas de tránsito de la ciudad (Smart City Bhubaneswar, 2015). La ciudad plantea para el proyecto siete pilares: Gobernanza; planificación urbana y diseño: uso mixto de la tierra, ciudades compactas; utilidades urbanas, gestión de aguas residuales, suministro de energía y conectividad TI); movilidad urbana; vivienda; desarrollo económico y desarrollo social (Bhubaneswar Municipal Corporation - BMC, 2016).

Financiación, socios y recursos

El laboratorio está formado por ONG, estudiantes, voluntarios, organizaciones sociales y personal técnico de BMC, autoridad de desarrollo de la ciudad y el departamento de HUD, comprometidos a ayudar a que Bhubaneswar cumplan con el reto de Ciudades Inteligentes.

Esquemas e imágenes de referencia encontrados:



Figura 4: Compromiso estratégico. Adaptación realizada por el autor del IAP2'S Public Participation Spectrum. Fuente: Smart City Bhubaneswar, 2015

2.2.5. *Smart University* – Universidad de Alicante España (UA)

Ubicación: Universidad de Alicante España.

Descripción de la ciudad

San Vicente de Raspeig es un municipio de la provincia de Alicante, es considerado una ciudad Universitaria con 56.000 habitantes donde se encuentra el campus central de la Universidad de Alicante. Para el 2015 esta ciudad es la más preferida para vivir con respecto a las otras localidades de la provincia de Alicante. La ciudad de la economía se divide en dos sectores: servicios (38%) y comercio minorista (35%), con dos mil empresas en todo el sector (Ayuntamiento de San Vicente de Raspeig, 2017; Fernandez, 2016).

Descripción Universidad

La Universidad de Alicante tiene una superficie de Superficie 1.871.160 en m². Maciá (2017) afirma que la Universidad de Alicante cuenta:

Con una población de habitantes formada por un colectivo diverso de estudiantes, trabajadores y visitantes altamente cualificados y tecnológicamente formados que puede superar los 40.000 ciudadanos y unas infraestructuras similares a las de cualquier urbe con calles, accesos y viales, aparcamientos, edificios, luminarias, infraestructuras de comunicaciones, gestión de aguas y residuos, almacenes, talleres, laboratorios, centro de salud, instalaciones deportivas, restaurantes, jardines y parques, nuestra universidad se enfrenta a los mismos retos y necesidades que las ciudades modernas (p.7).

La Universidad tiene un portal de transparencia y datos abiertos con el propósito de garantizar el derecho de acceso a la información de la ciudadanía, lo que le permite ser la tercera universidad con el mayor cumplimiento de estándares de transparencia en España. La UA es considerada como una de las mejores del mundo según la medición del World University Rankings 2017, por cuatro de sus especialidades: lingüística, lenguas modernas,

química y artes y humanidades, además de poseer un índice de satisfacción de 7 en una escala de 1 a 10 en el 2015 (Vicerrectorado de Calidad e Innovación Educativa, 2018).

Objetivo del proyecto

Smartificar todos los ámbitos de la universidad para mejorar el entorno la movilidad, el gobierno, la economía y la forma de vida de las personas mediante el uso intensivo de las TI (Maciá, 2017).

Descripción del proyecto

*Smart University UA*¹, es uno de los principales referentes de este trabajo como un proyecto con la visión de ser una maqueta perfecta para la ciudad, en donde se quiere incluir a la UA en el grupo de comunidades inteligentes y así ser un punto de referencia para otras ciudades del siglo XXI. Es un proyecto que hace parte del plan estratégico UA 4.0 (2014-2019) que busca impactar en los aspectos económicos, medio ambiente, movilidad, gobierno y la comunidad. El proyecto busca implantar las bases de cualquier modelo de ciudad sostenible y comunidad inteligente, hacia una universidad abierta y social con iniciativas TI (Maciá, 2017).

Maciá (2017) menciona que la propuesta “de universidad inteligente está centrada en el uso de la nube como plataforma de integración de todos los servicios e infraestructuras” (p.4), agrega que “este proyecto no solo implica generar nuevo conocimiento útil para la sociedad, sino también implantar estas propuestas, siendo el primer escenario en demostrar su viabilidad y resolver las barreras que surgen en su desarrollo” (p.7).

El proyecto posee el laboratorio urbano “*SmartLabs*” como espacio de generación de nuevos servicios y soluciones Smart para ser aplicados en la universidad y posteriormente en las Ciudades Inteligentes (Maciá, 2017). Este espacio responde a eje de innovación en donde se monitorizan los problemas de la ciudad a través de sensores, y así generar soluciones que serán adoptadas primero localmente y luego a nivel global, y así aportar en la ruta de ciudades inteligentes.

¹ Este proyecto se encuentra descrito detalladamente el libro *Smart University: hacia una universidad abierta* de Francisco Maciá Perez (2017)

Actualmente el proyecto posee los siguientes aplicativos e infraestructura para el análisis y captura de datos:

- **Smartdashboard:** Aplicativo donde se observan los datos que se capturan de los dispositivos instalados en la Universidad.
- **Smart Wifi:** Panel de control que permite monitorizar y observar a partir de mapas de calor y analíticas el estado actual de la red WIFI de la universidad o de una Smart City. Presenta una interfaz que permite mostrar diferentes gráficos como diagramas de líneas, barras y radar, este tipo de diagramas permite que los datos que se generan en cualquiera de los paneles pueda ser entendido y usado por cualquier ciudadano.
- **Smart Meters:** Panel de control para monitorizar el consumo eléctrico de la Universidad en un momento concreto, entregando datos como el consumo por localidad y el consumo total.
- **Smart Sensors:** Hacen parte de la monitorización del ecosistema del laboratorio de CI y entregan los datos para los paneles de control. Tienen sensores generales como los sensores de luz, agua, gas, humo, temperatura, viento, humedad, entre otros; y sensores específicos que permite medir múltiples aspectos de un área como los son los sensores de contaminación, de posición (GPS), cámara de reconocimiento de imagen, radiación solar, etc.

Financiación, socios y recurso

De este proyecto no se conocen datos numéricos de la financiación requerida para implementarlo, pero el Maciá (2017) plantea que el modelo de financiación es de tipo patrocinio por parte de las empresas y sector público que debe ir más allá de inversiones que entregan un retorno de inversión inmediato, si no contribuir a las ciudades inteligentes. En financiación privada el proyecto busca armar una cantidad de casos de estudios para validar en cualquiera de las dimensiones de la CI, en las que las empresas puedan validar, dentro de la universidad, una serie de situaciones o escenarios que aporten a sus soluciones de Ciudades Inteligentes.

Programas o políticas de la ciudad alineadas al proyecto

La ciudad de Alicante cercana al campus es una ciudad que está en vía de convertirse en CI mediante proyectos como el “Alicante se mueve” además querer convertirse en un laboratorio

permanente de CI donde se recopilan datos haciendo uso de técnicas de Big Data (Grupo Tecma Red S, 2016); para disponer de información y así ayudar a la toma de decisiones del gobierno en compañía de los demás actores de la cuádruple hélice.

Esquemas e imágenes de referencia encontrados:

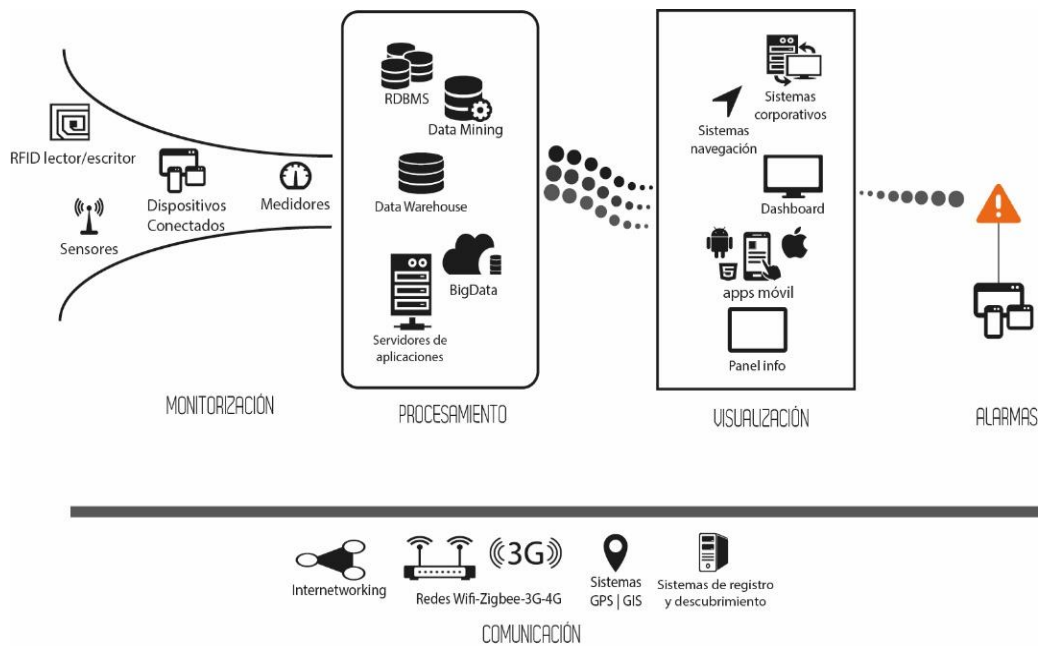


Figura 5: Ecosistemas de la Universidad Inteligente - UA - Smart City. Fuente: Maciá, 2014

2.2.6. Living Lab Smart City - Universidad de Guadalajara (UDG)

Ubicación: Universidad de Guadalajara - Centro de Innovación de Ciudades Inteligentes – CUCEA.

Descripción de la ciudad

El área metropolitana de Guadalajara es la segunda más grande de México, con una población cercana a los 4 millones y medio de habitantes, capital del estado (departamento) mexicano de Jalisco. Los principales sectores de la economía son comercio, restaurantes y hoteles con 26,1%, servicios con 21,5% y manufacturera (procesamiento de alimentos, bebidas embotelladas y tabaco) con 19,4%, tiene entre otras vocación textil, metalmecánica, elaboración de alimentos, muebles y calzado, destacándose la producción de tequila. El municipio de Guadalajara ofrece todos los servicios públicos (alcantarillado, alumbrado público, aseo, cementerios, entre otros) con una cobertura del 98,9% de agua potable, alcantarillado del 99,1% y en el servicio de energía eléctrica del 99,5%. La zona rural de

Guadalajara escasa y posee un clima templado (Gobierno del Estado de Jalisco, 2013; Guadalajara Ciudad Creativa Digital, 2012; IBM, 2011).

Por último, Guadalajara es una de las 24 ciudades elegidas en el año 2011 para recibir apoyo por IBM con servicios de consultoría en temas de soluciones para Ciudades Inteligentes, esto como parte de los esfuerzos de esta compañía para desarrollar un planeta más inteligente (IBM, 2011). Además, es un referente a seguir según el programa de Smart Cities IEEE que menciona a otras 4 ciudades del mundo: Casablanca, Moroco; Kansas city, Missouri, USA; Trento, Italy y Wuxi, China. La denotación e Smart City por la IEEE le permite a la ciudad tener:

Visibilidad a nivel internacional en temas de tecnología para el desarrollo de las ciudades a través de la tecnología; así como generar las condiciones de impulso social, económico y de capacitación en temas de las Smart Cities, con los programas y apoyos que anualmente tiene el IEEE (Gobierno de Guadalajara, 2017a, prr.8).

Objetivo del proyecto

El objetivo principal es generar métricas de ciudades que se pueden utilizar para evaluar el rendimiento de la ciudad basándose en la infraestructura actual y proponer soluciones con tecnologías de la información (TI).

Descripción del proyecto

El proyecto UDG Living Lab surge como una iniciativa presentada a la empresa Hewlett-Parckard, empresa que financia la primera prueba piloto y posteriormente recibe apoyo de la empresa Intel. El objetivo principal es generar métricas¹ de ciudades que se pueden utilizar para evaluar el rendimiento de la ciudad y proponer soluciones. La propuesta apunta a crear maneras innovadoras de generar rápidamente alternativas que propiciarán el cambio en la mentalidad tradicional del entorno académico para desarrollar y probar soluciones fuera de entornos de laboratorio controlados, ejecutar experimentos, en escenarios de la vida real y obtener retroalimentación real del mundo de usuarios. El UDG Living Lab está basado en cinco principios básicos según Larios et al., (2016, p.5):

- Escalabilidad: El principal desafío para las soluciones Smart City es que se puedan escalar. La escalabilidad aborda la calidad del servicio a través de la infraestructura

¹ Una métrica es una medida de rendimiento utilizada como línea de base para comparar los resultados reales de un plan de negocios para las proyecciones. Fuente: <http://metricasdelmercadeoapm-003.bliqoo.com/conceptos-de-metricas#.WdvQYWjWzIU>.

de TI, una arquitectura apropiada de servicios back-end basados en tecnologías elásticas de nube privadas y arquitecturas robustas que pueden manejar la concurrencia.

- **Interoperabilidad:** Permite el intercambio de datos entre dispositivos heterogéneos como fuentes de datos (aplicaciones orientadas a IoT o móviles). El uso de estándares es clave para conectar sensores / actuadores a repositorios de datos, estrategias de gestión de datos (administradores de bases de datos SQL o NoSQL) y finalmente la integración de software de análisis de datos e interfaces visuales.
- **Modularidad:** Esta característica se basa en arquitecturas escalables e interoperables. Nuestro objetivo es reutilizar diseños validados de un caso de uso a otro caso similar con pequeñas variantes. Por ejemplo, las implementaciones de datos abiertos son un activo para asignar servicios similares y proporcionan un conjunto de soluciones que integran diferentes arquitecturas modulares. También es una buena práctica mantener toda la infraestructura de Smart City en una constante evolución informada por las nuevas tecnologías o la retroalimentación de los ciudadanos.
- **Resiliencia:** Este principio se refiere a la capacidad de cualquier sistema para recuperarse dentro de un tiempo razonable después de un fracaso. En una ciudad, hay infraestructuras críticas que requieren arquitecturas altamente resilientes, como sistemas de tráfico, sistemas de seguridad, servicios sanitarios, entre otros, todos compuestos de componentes que van desde sensores / actuadores, telecomunicaciones y software alojados en una nube privada.
- **Seguridad:** Similar a la resiliencia, es importante considerar la seguridad desde el comienzo del proceso de diseño en cualquier solución de Smart City. No se recomienda solo cuando la infraestructura crítica puede estar en riesgo, sino también para infundir confianza en las partes interesadas de la CI. La seguridad es algo más que el software o el hardware en la infraestructura de TI, también se refiere a la infraestructura física urbana o condiciones ambientales que podrían medirse para evitar cualquier riesgo para los ciudadanos. La seguridad también implica protocolos a seguir donde las alarmas interconectadas entre diferentes oficinas de la ciudad pueden reaccionar ante cualquier perturbación en el sistema. Los componentes de las soluciones Smart City deben cumplir con los protocolos y mecanismos de seguridad adecuados.

Los proyectos del laboratorio están enmarcados en los factores de salud, energía, agua, seguridad y confort; que hacen parte de las dimensiones basadas en el “Smart City Wheel” de Boyd Cohen. La metodología para el diseño de los proyectos y el modelo de funcionamiento del laboratorio es Desing Thinking, en el que se centran en resolver las problemáticas entorno del usuario, de manera que se garantiza desde el inicio involucrar las necesidades de los usuarios y recibir retroalimentación; está compuesto por cinco etapas descubrir, interpretar, idear, prototipar y evolucionar (Plattner, 2009).

En el país la mayor fuente de energía son hidrocarburos, no obstante, la ciudad se encuentra en un proceso de exploración de otras fuentes de energía además del establecimiento de una reforma energética, todo esto con el objetivo de reducir la contaminación, mayor rentabilidad y apertura de otros mercados. Por tanto, la Universidad tiene que desempeñar un papel que impacte de manera que promueva las ideas de mejora de la ciudad, en este caso entregando métricas del uso de energía en edificios como los de una Universidad, para lo cual en el momento se encuentran instalados dispositivos para la medición de energía (Larios,2017 citado por Vargas, 2017). Se proyecta instalar otros sensores como: sensores para contaminación auditiva, sonora o audio; sensores para la calidad de aire en espacios interiores, sensores de temperatura y humedad. Todo esto entrega más métricas que podrán ser integradas y finalmente entender cómo se mueve la gente en el espacio y cómo puede diseñarse un mejor espacio para los ciudadanos (Larios,2017 citado por Vargas, 2017).

El UDG Living Lab no tiene como foco la generación de empresa, si no experimentar sobre cosas que la industria por su ritmo acelerado, no pueden probar, y así generar innovación con el trabajo de estudiantes y docentes. Esto se justifica en que dentro de una empresa la innovación, servicio o tecnología debe recibir mantenimiento y gestión constante, algo que genera costos, que dentro del Living Lab no están contemplados (Larios,2017 citado por Vargas, 2017). De manera que dentro UDG surge y se prueban las ideas, que posteriormente podrían contribuir a la generación de un spin off, que es dar lugar a una iniciativa empresarial promovida por la Universidad y caracterizada por basar sus actividades en nuevos procesos, productos y servicios a partir de los conocimientos y los resultados obtenidos en ella (Larios,2017 citado por Vargas, 2017).

Según Larios (2017, citado por Vargas, 2017) actualmente en el laboratorio se está investigando en:

- Desarrollo de una simulación en una plataforma multi-agente (mesa) de sensores de temperatura, humedad, presión, calidad del aire, entre otros, aproximadamente mil sensores, de manera que se analice su comportamiento y garantizar su aprendizaje para preservar el principio básico de resiliencia.
- Simulación de una red de datos en una plataforma para la UDG a gran escala de manera que se identifique cómo se comporta el tráfico de datos por este tipo de redes y posteriormente como segundo proyecto el tratamiento de estos datos.

Programas o políticas de la ciudad alineadas al proyecto

Entre los proyectos y planes que apuntan a consolidar a Guadalajara como CI es el Plan Maestro de Guadalajara Ciudad Creativa Digital, como única ciudad del país que lo posee. Este plan maestro es una síntesis de la visión estratégica de Guadalajara Ciudad Creativa Digital (2012), basado en mejores prácticas internacionales para el rediseño de ciudades, la creación de espacios altamente creativos que brinden una calidad de vida respetando la identidad e historia de la ciudad. Este proyecto es una estrategia de la ciudad que busca además de atraer inversiones, generar empleos de alto valor agregado, incrementar la innovación y generar propiedad intelectual; contar con un nuevo modelo de territorio sustentable e integral hacia una economía basada en el conocimiento. Se encuentra liderado por el Gobierno Federal y el Gobierno del Estado de Jalisco, y además incorpora mecanismos de gobernanza, colaboración y trabajo en equipo de la cuádruple hélice. Los enfoques del plan buscan tener una ciudad incluyente con ocho principios: 1) El espíritu del lugar, 2) Escala humana, 3) Ciudad conectada, 4) Ecología de la innovación, 5) Infraestructura digital, 6) Grupo creativo, 7) Sensación de experiencia y 8) modelar el futuro (Guadalajara Ciudad Creativa Digital, 2012).

Otro aspecto transversal al proyecto es la política de Datos abiertos que posee Guadalajara, como uno de los ejes importantes en la ruta en convertirse un CI, dado que estos “permiten transparencia, monitoreo, innovación e involucramiento del ciudadano en la mejora de políticas y servicios públicos” (Gobierno de Guadalajara, 2017, párr.1), cuentan con una plataforma de datos abiertos en la que se encuentra información oficial de las dependencias de la ciudad, como informes mapas, datasets y estadísticas, agrupadas en las categorías:

administración pública, desarrollo urbano, educación espacios/infraestructura, medio ambiente, movilidad, participación ciudadana y seguridad públicas, en diferentes formatos que pueden ser entendidos y usados por investigadores, empresarios, estudiantes y medios de comunicación. (Gobierno de Guadalajara, 2017). Afirma Larios (2017, citado por Vargas, 2017) que, un problema cultural asociado es que el Estado y por tanto las dependencias que lo conforman deberán estar abiertos a mostrar el porqué de sus demoras y lo que pasa en cada uno de sus trámites, situación que genera que algunos funcionarios se resistan a entregar información.

Por último, tiene un modelo de cooperación para la conformación de Guadalajara como CI, explicado por Carlos Gutiérrez Medrano, director de Ciudad Creativa Digital AC, citado por la UDG (V. M. Larios-Rosillo & Castellanos-Gutierrez, 2014), quien afirma que el modelo de la triple hélice (academia, empresa y Gobierno) debe transformarse en uno de cuádruple Hélice, siendo el cuarto integrante la sociedad, es por tanto que este modelo es el que adopta la ciudad, y que para ponerse en funcionamiento se debe primero “escuchar a la ciudadanía, identificar los principales problemas en temas como movilidad, sustentabilidad, gestión de servicios, seguridad y educación” (Larios (2017, citado por Vargas, 2017, p.7), agrega que la ventaja de esto es aprovechar las tecnologías de la información para escuchar a la gente.

Esquemas e imágenes de referencia encontrados:

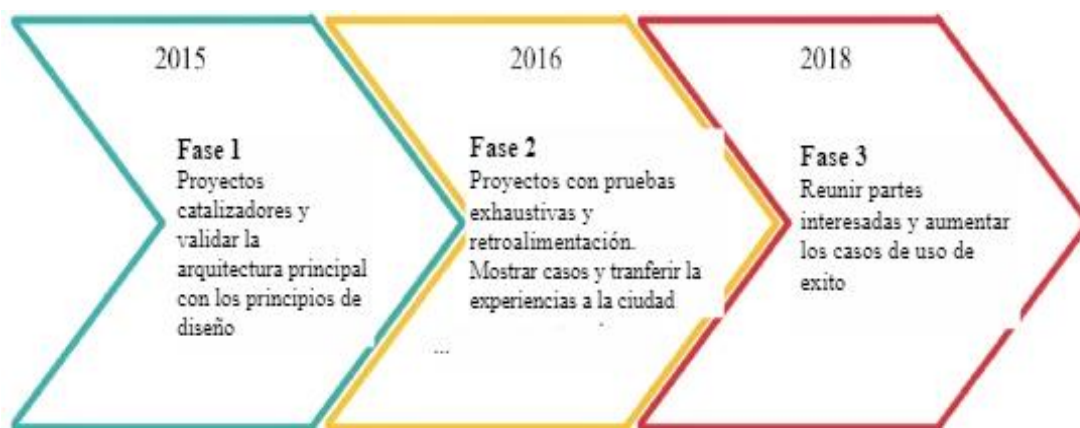


Figura 6: Fases del desarrollo del Living Lab. Fuente: Traducción propia de Larios et al., 2016

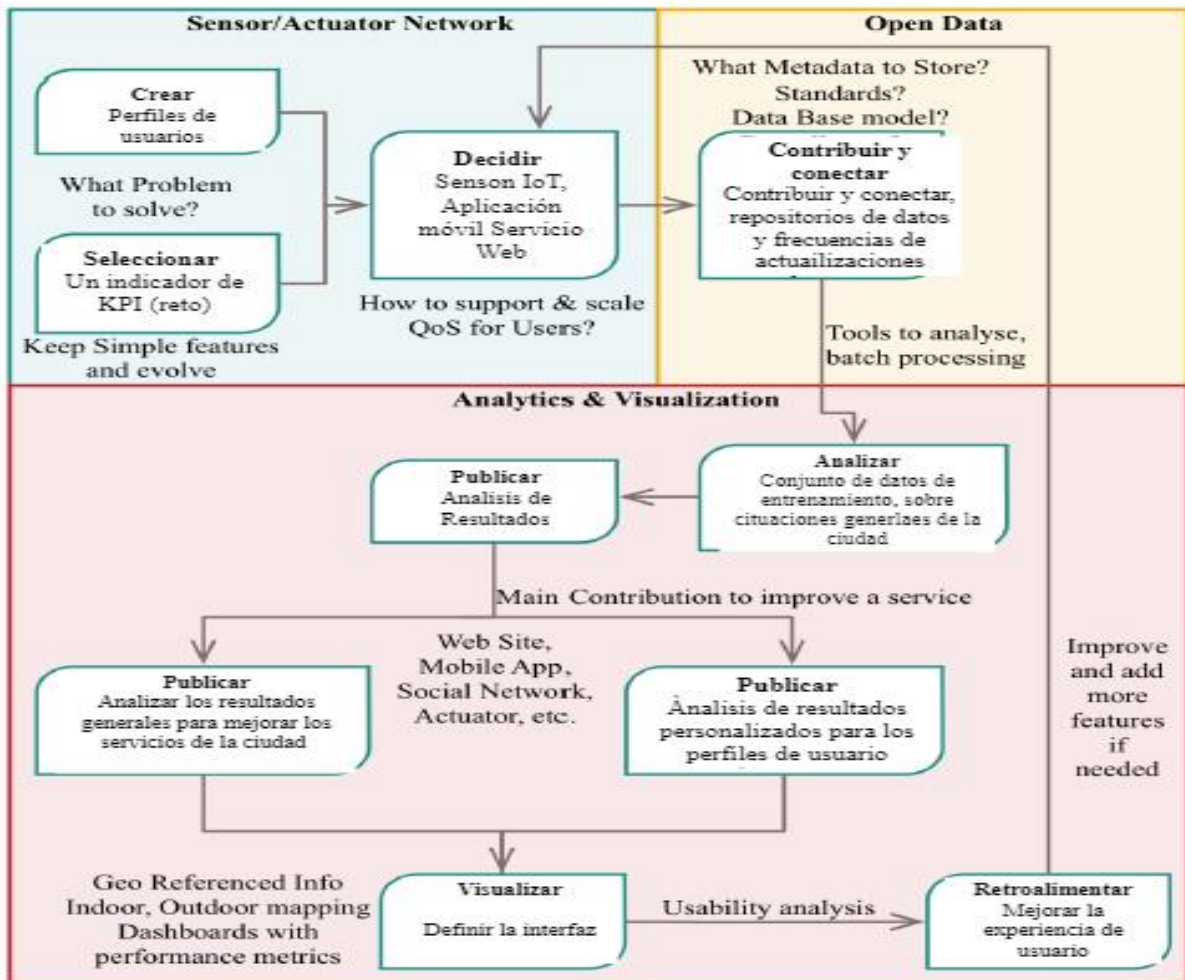


Figura 7: Pasos para la construcción de aplicativos para Ciudades Inteligentes en el Living Lab.
 Fuente: Traducción propia de Larios et al., 2016

2.3. Línea base para el ecosistema de CI – Tabla resumen laboratorios de CI

A continuación, se muestra la Tabla 2 con el resumen de los laboratorios de CI revisados y en la cual se relacionan los indicadores señalados por Cohen, la metodología de trabajo y la especialización tecnológica y/o problemática abordada por cada uno.

Tabla 2: Consolidado de Laboratorios de CI con: indicadores, metodología de trabajo y especialización tecnológica. Fuente: Creación propia con base a lo encontrado en cada Laboratorio de CI

Nombre Lab - U - (ciudad)	Dimensión: KPIs		Metodología	Especialización tecnológica y/o problemática abordada
	Factor	Indicador		
Laboratorio de CI Micro Red Inteligente – Universidad Pontificia Bolivariana (Medellín, Colombia)	Medio Ambiente	Energías alternativas	<p>Tiene cuatro fases:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Implementación de infraestructura de Microred • Ejecución de pruebas • Desarrollo de prototipos • Desarrollo de Micro-Redes para ser escaladas a la ciudad 	<p>Desarrollo de tecnologías orientadas al uso racional y eficiente de los recursos energéticos, hídricos y tratamiento de desechos. Entre estas están:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Generación solar fotovoltaica • Esquema híbrido de generación • Generación eólica • Gestión de vehículos electrónicos • Tratamiento eficiente de desperdicios (Biogestor)
		Administración de recursos		
		Planificación urbana sostenible		
	Movilidad	Transporte Eficiente		
	Gobierno	Servicios en línea		
	Economía	Oportunidad y productividad		
Emprendimiento e innovación				
Hábitat	Seguridad			
	Cultura y bienestar			
CPSE LABS (Unión Europea)	Medio Ambiente	Energía	<p>Consorcio de nueve entidades de los países de la Unión Europea, en donde se ubican las diferentes sedes del laboratorio.</p>	<p>Se dedica principalmente a la ingeniería en sistemas ciberfísicos (CPS), las tecnologías secundarias son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Promoción de los negocios y transferencia tecnológica • Eficiencia energética • Gestión de aplicaciones para el monitoreo de edificios • Evaluaciones de seguridad
		Edificios inteligentes		
	Movilidad	Transporte eficiente		
	Economía	Oportunidad y productividad		
Emprendimiento e innovación				
Hábitat	Seguridad	<p>Los emprendedores presentan proyectos a convocatorias sobre el desarrollo de soluciones para CI, y en cada caso reciben indicaciones específicas para el modelado y escalado de cada solución, prestándoles el espacio de prueba y retroalimentación por parte de los usuarios finales</p>		
Catedra Smart City como Laboratorio de Ciudad – Universidad Politécnica de Valencia (Alcoy, España)	Medio Ambiente	Administración de recursos	<p>Se utiliza un espacio de formación denominado Cátedra de Empresas Smart City, en el mismo se realizan actividades de prototipado, prueba y aplicación de soluciones en línea con la estrategia de transformación de Alcoy como ciudad CI</p>	<p>Entre los principales están:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Servicios en línea: e-gobierno y e-cultura • Servicios públicos digitales • Economía digital • Infraestructura tecnología para la captura de datos en tiempo real para el transporte y caracterización del turista
		Transporte eficiente		
	Movilidad	Infraestructura Tecnológica		
		Servicios en línea		
	Gobierno	Infraestructura		
		Gobierno abierto		
	Economía	Emprendimiento e innovación		
Personas	Inclusión			
	Personas			
Hábitat	Cultura y bienestar			

Smart City Lab - SCL (Bhubaneswar, India)	Medio Ambiente	Administración de recursos	Seleccionan un espacio estratégico de 985 acres sin ninguna construcción, para su urbanización con la implementación de soluciones de CI, principalmente en el área de movilidad.	Su enfoque principal es la integración de sistemas múltiples de tránsito. Además de la gestión e implementación de dispositivos sensorizados en cada sistema de transporte
		Planificación urbana sostenible		
	Gobierno	Servicios en línea		
		Gobierno Abierto	Desde allí se pretende activar siete pilares de CI entre ellos la gobernanza, la administración de recursos y el desarrollo social. Lo anterior desde una estrategia compuesta por cinco fases:	
	Personas	Inclusión	<ul style="list-style-type: none"> • Informar • Consultar • Envolver • Colaborar • Empoderar 	
Smart University Universidad de Alicante (España)	Medio Ambiente	Administración de recursos	El Smartlabs como parte del pan	Disposición de plataformas de datos abiertos y monitorización: <ul style="list-style-type: none"> • Smart dashboard • Smart Wifi • Smart meters • Smart Sensors Uso de la nube como plataforma de integración de todos los servicios
		Planificación urbana sostenible	como espacio de nuevos servicios y soluciones mediante 4 fases:	
	Gobierno	Gobierno Abierto	Monitorización	
			Procesamiento	
	Personas	Educación	Visualización	
			Generación de Alarmas	
Living Lab Smart City – Universidad de Guadalajara (Guadalajara México)	Medio Ambiente	Administración de recursos	El enfoque del laboratorio es Desing Thinking que se centra en resolver las problemáticas poniendo como centro al ciudadano. Este enfoque contiene cuatro etapas: descubrir, interpretar, idear, prototipar y evolucionar.	Instalación de tarjetas con sensores para la captura de datos y la entrega de métricas sobre: el uso de las energías, temperatura, calidad del aire en edificios administrativos y salones de la Universidad
		Edificios inteligentes		
	Movilidad	Transporte eficiente	Las tres etapas para la lectura de necesidades son:	
	Economía	Emprendimiento e innovación		
		Gobierno	Gobierno abierto	<ul style="list-style-type: none"> • Instalación de sensores en edificios y sitios de afluencia • Captura de datos y disponibilidad de estos • Visualización de datos recolectados en las estaciones
	Personas	Educación		

3.Comparación Manizales y UNAL sede Manizales

Para el diseño del ecosistema base de la implementación de un laboratorio de CI se estudian las características de la ciudad de Manizales y aquellas iniciativas que apuntan a consolidarla como CI. Posteriormente, se revisan estas mismas características para la UNAL – sede Manizales. Por último, se establecen semejanzas y diferencias entre cada una de las características consideradas para los sistemas ciudad y universidad. El resultado de la comparación sirve de referente para la definición de un ecosistema pertinente a las capacidades y necesidades de la Universidad y la Ciudad. Este paso a paso es acorde con la metodología planteada en la propuesta para el objetivo uno, denominada Método Comparativo que consta de los siguientes pasos y adaptados a la propuesta: Paso 1: Identificación y descripción de variables a utilizar; Paso 2: Búsqueda de material bibliográfico sobre Manizales y la Universidad Nacional de Colombia – Sede Manizales; Paso 3: Establecimiento de semejanzas y diferencias para cada una de las variables consideradas; Paso 4: Elaboración de un esquema de clasificación (variables diferenciales y rasgos comunes). Paso 5: Elaboración de conclusiones. Por último, se tiene como modelo de referencia para la revisión de los aspectos se utiliza la Rueda de Boyd Cohen (2011 citado por Correia-Carballo, 2017).

3.1. Características Manizales

3.1.1. Descripción general de ciudad de Manizales

Manizales es una ciudad de Colombia, capital del departamento de Caldas, situada a una altura de 2.153 msnm, localizada en la región central del occidente del país. Tiene alrededor de 362 mil habitantes y se destaca por ofrecer buenas condiciones de vida para su población, por ser una gran promotora de la educación y por ocupar los primeros lugares para

hacer negocios en Colombia (Financiera de Desarrollo Territorial (FINDETER), Alcaldía de Manizales, & BID, 2013). Cuenta con un área territorial de 508 km² dividida en 11 comunas y su parte rural en siete corregimientos, como se muestra en la Figura 8. Su principal actividad económica se centra en los sectores terciario (prestación de servicios) y secundario (producción de bienes) (Alcaldía de Manizales, 2016).



Figura 8: Comunas Manizales. Fuente: Ortega, 2014

A continuación, en primera instancia se describen algunos aspectos generales de la ciudad de Manizales y en segunda se muestran aspectos de la ciudad orientados a su consolidación como CI, en el marco de los indicadores sugeridos en por Cohen (2011 citado por Correia-Carballo, 2017).

3.1.1.1. ECONOMÍA

Ciencia y Tecnología

Según la Alcaldía de Manizales (2016b), esta ciudad ha avanzado en capacidades diferenciales, cuenta con laboratorios y equipos de investigación en áreas específicas como la física, química, biotecnología, redes de datos, calculo científico matemático, entre otras áreas, utilizados en universidades e instituciones de educación media y técnica y competencias técnicas. Cuenta con frentes de promoción e innovación y emprendimiento municipal como ParqueSoft y Tecnoparque que son centros aceleradores y promotores de ideas de emprendimiento y con Telecentros Comunitarios¹ como espacios de formación.

¹ Es un espacio físico dotado de equipos de cómputo con conectividad a internet, donde los usuarios encuentran de manera gratuita procesos de capacitación, conversatorios, posibilidades de navegación libre, convocatorias para procesos de inserción laboral y un apoyo pedagógico para las personas interesadas en acceder a nuevos conocimientos a través de las TIC (tecnologías

La Ciudad de Manizales cuenta actualmente con un Plan de Desarrollo¹, en el cual se contemplan cinco dimensiones: Socio – Cultural; Ambiental y de Gestión de Riesgo; Económica-Productiva; Político-institucional y Físico-Espacial. En la dimensión Económica – Productiva se encuentra el eje estratégico “Ciencia y tecnología para el desarrollo Integral Sostenible”, el cual busca consolidar a Manizales como un Centro de Ciencia y Tecnología regional, “desplegando procesos de investigación que aporten a la reconfiguración de los bienes, productos, métodos y metodologías sociales, culturales, económicos y ambientales teniendo en cuenta la aplicación de tecnologías de innovación” (Alcaldía de Manizales, 2016b, pág. 290). Esta consideración muestra el interés por el desarrollo de la Ciencia y Tecnología en el departamento y en específico en la ciudad de Manizales.

El Sector TIC incluye un grupo de actividades económicas que lo promueven: 1) nuevos sectores basados en la innovación; 2) agricultura y desarrollo rural; 3) vivienda y ciudades amables; 4) desarrollo minero y expansión energética; 5) infraestructura de transporte PND, 2010-2014 citado por Naranjo, Acevedo, & Pérez, 2015). Según Naranjo et al. (2015), las áreas estratégicas del Departamento de Caldas para el sector TIC son Turismo y Biotecnología TIC (ver Figura 9).

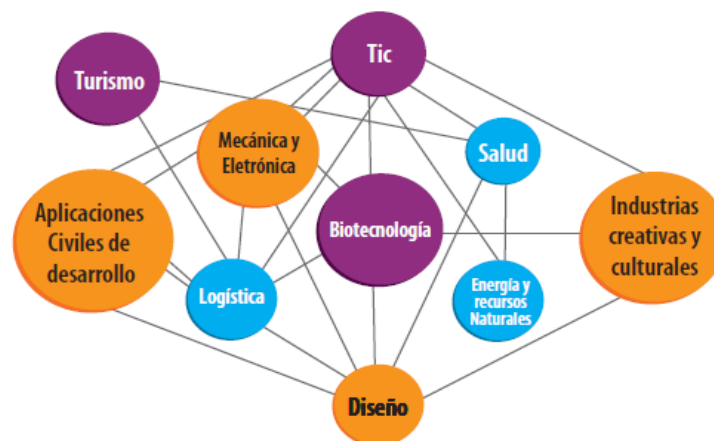


Figura 9: Áreas estratégicas e innovadoras identificadas en el país y el departamento de Caldas en el color Morado. Fuente: Naranjo et al., 2015

de la información y comunicación). Fuente: <http://www.manizales.gov.co/Contenido/Alcaldia/4395/programa-telecentros-comunitarios>.

¹ Es un instrumento de gestión pública plasmado en un documento que sirve de base y provee los lineamientos estratégicos de las políticas públicas formuladas para el desarrollo de una ciudad o un país por parte del Gobernante y que posteriormente serán evaluadas en su gestión. Fuente: <https://www.dnp.gov.co/Plan-Nacional-de-Desarrollo/Paginas/Qu-es-el-PND.aspx>.

De las empresas registradas en Manizales, 13.4% corresponden al sector TIC, de las cuales el 83% de ellas desempeña actividades relacionadas con el componente aplicaciones y el 9% con servicios al usuario (ver Figura 10). Estos componentes hacen referencia a los cuatro componentes del ecosistema digital en el departamento de Caldas que son: infraestructura, aplicaciones, servicios y usuarios. Un ecosistema Digital es:

un modelo de referencia de los ecosistemas naturales biológicos que viene siendo aplicado con éxito en regiones europeas como ecosistemas digitales de negocio para hacer más accesibles y practicables, la explotación e implementación de investigaciones e innovaciones en TIC con redes de empresas; sus preceptos son la inteligencia de negocios, la colaboración, el trabajo en red y la auto-adaptación (Aguilar, 2009, p.1).

Para el fomento de este ecosistema Digital afirma Naranjo et al. (2015), se busca “impulsar la apropiación y uso de las TIC como herramienta para la disminución de la pobreza, generación de empleo, incremento de la competitividad y productividad de la región” (p. 20).

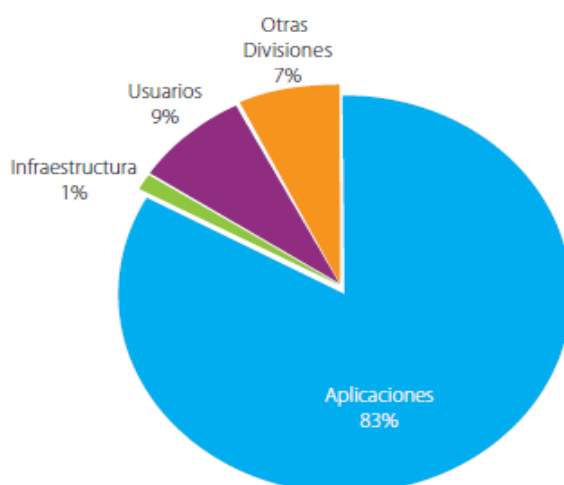


Figura 10: Empresas Registradas en relación con los componentes del Ecosistema Digital. Fuente: Cadena de productividad TIC, Secretaría de TIC y competitividad & Universidad de Manizales, 2010-2014

Empleo y pobreza

Manizales es la tercera ciudad del país con la tasa más alta de desempleo, con un porcentaje del 8,9% (promedio del país 8,1%). Además, es la tercera ciudad del país con menor pobreza y la segunda con menor pobreza extrema, asunto que establece un reto para la administración municipal del último trienio en materia de generación de oportunidades empleo y

emprendimientos en todos los sectores productivos (Alcaldía de Manizales, 2016b; Manizales Cómo Vamos - MCV, 2016).

Zona rural

La zona rural de la ciudad está conformada por siete corregimientos¹ que equivale el 7% del territorio de la ciudad, zona con un alto Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI)² (23,59%) con respecto de la cabecera municipal (9%). Manizales se autoabastece de alimentos en un 23% y el resto proviene de ciudades del país como Bogotá, Cali, Medellín y Pereira, entre otras. No obstante, se resaltan aspectos positivos como la riqueza agrícola y la existencia de aproximadamente 146 establecimientos de comercio en esta zona según censo empresarial de la Cámara de Comercio de Manizales (Alcaldía de Manizales, 2016b).

3.1.1.2. SOCIEDAD

Educación – Ciudad Universitaria³

Manizales es denominada campus universitario, que es una marca de la ciudad que no solo “se relaciona con la oferta de programas académicos en universidades acreditadas y las condiciones locales a todo nivel para dicho propósito, si no al impacto de la gestión del conocimiento para el territorio” (Alcaldía de Manizales, 2016b. p.43). La ciudad tiene seis universidades de las cuales cuatro tienen acreditación de alta calidad⁴, éstas albergan 37.000 estudiantes, de los cuales 15.000 son de otras regiones o países (Revista Dinero, 2015). Manizales cuenta con más de 90 opciones de programas de pregrado y más de 50 de posgrado en áreas del conocimiento como: Ciencias Agropecuarias, Bellas Artes, Ciencias de la Educación, Ciencias de la Salud, Ciencias Sociales, Matemáticas, Ingeniería, Economía y Humanidades (Manizales Campus Universitario, 2017).

¹ Corregimiento: Es una división del área rural de los diferentes municipios del país, la cual incluye un núcleo de población (Departamento Administrativo Nacional de Estadístico-DANE, 2017).

² Según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) es una metodología de NBI busca determinar, con ayuda de algunos indicadores simples, si las necesidades básicas de la población se encuentran cubiertas. Los grupos que no alcancen un umbral mínimo fijado, son clasificados como pobres. Los indicadores simples seleccionados, son: Viviendas inadecuadas, Viviendas con hacinamiento crítico, Viviendas con servicios inadecuados, Viviendas con alta dependencia económica, Viviendas con niños en edad escolar que no asisten a la escuela. Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadística: www.dane.gov.co

³ Aquí se puede encontrar más información: <http://www.manizalescampusuniversitario.com/>.

⁴ La Acreditación es un testimonio que da el Estado sobre la calidad de un programa o institución con base en un proceso previo de evaluación en el cual intervienen la institución, las comunidades académicas y el Consejo Nacional de Acreditación (Sistema Nacional de Acreditación (SNA), 2017 <https://www.cna.gov.co/1741/article-186365.html>). El registro de alta calidad es entregado por siete años, da fe de que los estudiantes que allí se forman, van a salir al mercado laboral con las más idóneas herramientas profesionales para desenvolverse (Ministerio de Educación de Colombia, 2017).

Aunque la ciudad cuenta con una buena oferta de programas de educación superior y el porcentaje de matriculados cada vez aumenta, el índice de deserción estudiantil es del 43,40%. Algunas de las causas están relacionadas con el bajo rendimiento académico y el riesgo socioeconómico (Alcaldía de Manizales, 2016b).

La ciudad cuenta en el nivel escolar con aproximadamente 62.281 estudiantes en el sector público y privado. Para la población de niños o jóvenes de 5 a 17 años el 94% asisten a un establecimiento educativo (78% público y 16% privado) con un porcentaje de satisfacción del 85% (Red Colombiana de Ciudades Cómo Vamos (RCCCV), 2016; Rodelo, 2016)

3.1.1.3. HÁBITAT

Salud y servicios básicos

La cobertura en salud en el 2016 fue del 98%. La mortalidad en el último trienio aumentó el 3% en grupos de edades menores de 1 año y de 5 años. El 71% de las muertes en la ciudad en 2015 fueron producto de causas consideradas evitables. El tema de servicios públicos es una fortaleza de la ciudad (acueducto, alcantarillado, aseo y energía eléctrica); el área urbana cubre en un 99% y en área rural se presentan inconvenientes con la calidad del agua que es suministrada (Manizales Cómo Vamos (MCV), 2016).

Seguridad

Según el informe de la encuesta de percepción “Manizales Cómo Vamos” (2016), más del 50% de los ciudadanos se sienten seguros en la ciudad. Sin embargo, también menciona que “La tasa de homicidios para el año 2015 fue el doble del estándar internacional recomendado por la Organización Mundial de la Salud” (p.22). Sumado a esto, se encuentra que “el indicador de victimización de la encuesta de Convivencia y Seguridad Ciudadana del DANE para el año 2015, fue del 18,2%, superior al promedio de las ciudades encuestadas” (Alcaldía de Manizales, 2016, p.55).

Las causas por las que los ciudadanos se sienten más inseguros son: delincuencia común, robos, agresiones y por información que escucha en los medios o en la calle. Por lo anterior, se definen en el Plan desarrollo actual de la ciudad (2016-2019) estrategias de acción que buscan consolidarla como la ciudad más segura de Colombia (Alcaldía de Manizales, 2016b).

3.1.1.1. MOVILIDAD

Entre las generalidades en tema de movilidad, Manizales cuenta con tres opciones de transporte público: el sistema de buses, cable aéreo y el sistema de bicicleta; esto dos últimos medios de transporte van en aumento, dado que brindan tranquilidad y economía al ciudadano, en la Figura 11, se muestra el histórico del flujo de pasajera por tipo de vehículo, en caso del sistema de bicicleta (no incluido en gráfico) para el 2016 en promedio se realizaron 300 viajes diarios y casi 5 mil inscritos (El Tiempo, 2018; MCV, 2016).

Para el caso del transporte privado, Manizales cuenta con 40 habitantes por vehículo (104.025 vehículos aproximadamente)¹, con un promedio de circulación de 23 kms/hora. Lo que hace de Manizales una ciudad altamente consumidora de energía, tiempo y combustible, lo que genera una disminución en la calidad de vida de su población (Alcaldía de Manizales, 2016b, 2016a). Escobar (2017) afirma que “en los últimos siete años el parque automotor registrado en la ciudad se duplicó, lo que conlleva a problemáticas como la accidentalidad, la congestión y el aumento de los tiempos de desplazamiento” (párr.2).

Para los universitarios en materia de movilidad, la ciudad cuenta con rutas universitarias que comunican hacia el interior y con otros municipios. Próximamente empezará a operar una nueva ruta universitaria para los barrios de la ciudadela de Norte y del municipio de Neira, con una tarifa preferencial para estudiantes (Manizales Campus Universitario, 2017).

¹ No se tiene datos actuales del número exacto de vehículos por tanto se coloca la cifra encontrada en el Plan de Movilidad para el 2015.

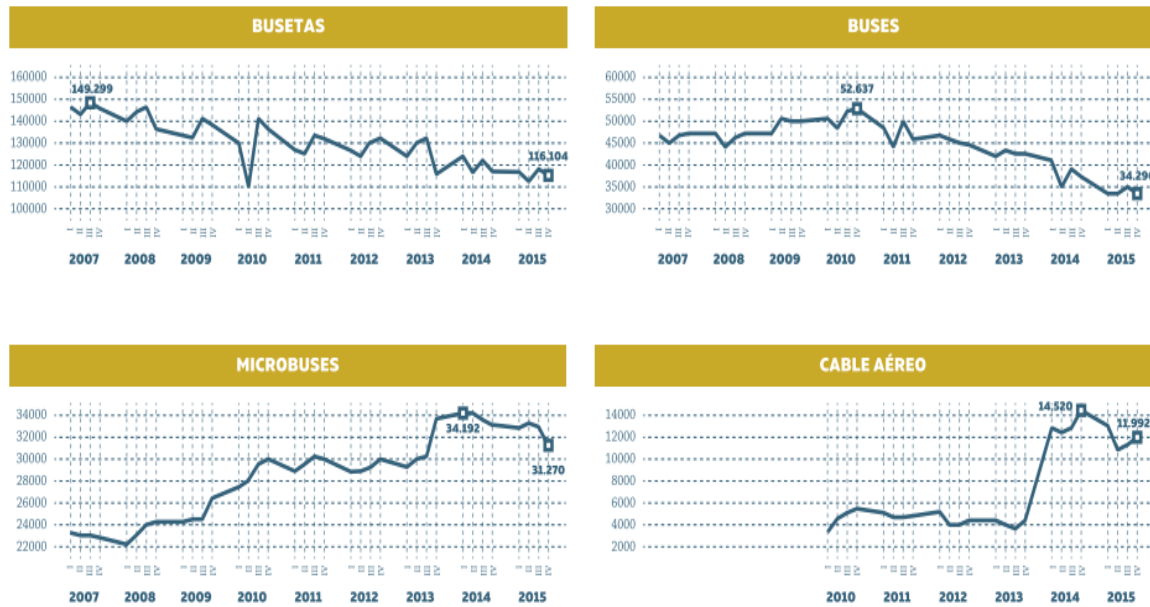


Figura 11: Pasajeros movilizados en transporte público colectivo por tipo de vehículo. 2007 a 2015
Fuente: DANE – Encuesta de Transporte Urbano de Pasajeros citador por (MCV, 2016).

Sostenibilidad de la ciudad

En el Plan de Acción de Manizales (FINDETER et al., 2013) se menciona el diagnóstico realizado para la ciudad en cuanto a sostenibilidad, el cual identifica las principales fortalezas y áreas críticas de Manizales. Por ejemplo, como puede apreciarse en la Figura 12, lo que se muestran en color verde son los temas en los que la ciudad se encuentra bien; en amarillo, aquellos en los que puede mejorar; en rojo, los que debe mejorar; y en negro, las dimensiones sobre las que no se tienen datos disponibles.

La Figura 13 muestra que la ciudad en el área que mejor se desempeña es en sostenibilidad ambiental, especialmente en cobertura de sus servicios públicos y debe mejorar en educación, competitividad y empleo. Los autores concluyen que:

El análisis de los indicadores permite evidenciar que la ciudad ha hecho avances significativos en algunos temas, sin embargo, todavía presenta retos importantes que debe abordar oportunamente... se identificaron las áreas prioritarias y aquellas que le generen impactos en la ciudad para apuntarle a un desarrollo integrado y sostenible en el largo plazo (FINDETER et al., 2013, p.22).

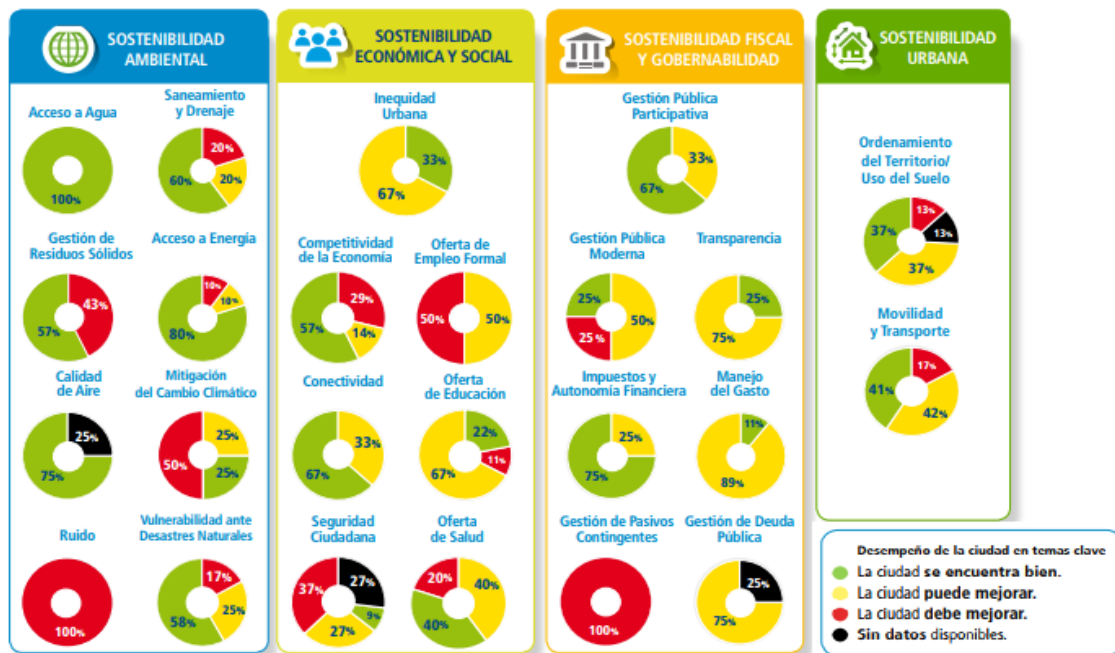


Figura 12: Desempeño de la Ciudad. Findeter et al., 2013

3.1.2. Manizales CI

Manizales se encuentra catalogada como CI por adoptar adecuadamente los sistemas intensivos en TIC, implementar el proyecto Plan Vive Digital¹ que tiene como objetivo dar acceso y formación a los beneficios de las TIC, e implementar Gobierno en Línea como la estrategia de gobierno electrónico del país, que busca construir un Estado más eficiente, transparente y participativo mediante el uso de las TIC, como soluciones inteligentes para la ciudad (MINTIC, 2012; 2014; Gobierno en Línea, s.f.). Fedesarrollo² y la Cámara Colombiana de Informática y Telecomunicaciones (CCIT)³ (2016) afirman que Manizales, junto con Medellín y Guadalajara, son ciudades que han tenido procesos de renovación urbana para crear espacios inteligentes de innovación y promoción del emprendimiento TIC; en Manizales,

¹ El proyecto 'Manizales Vive Digital' tiene como objetivo disponer 800 sitios conectados a Internet dentro de la ciudad, formar a 4.000 personas en TIC, 7.000 personas en aula móvil virtual, 410 personas en BPO y certificar a 9.800 personas como ciudadano digital.

² Fundación para la educación Superior y el Desarrollo (Fedesarrollo) es una entidad privada sin ánimo de lucro establecida en 1970, dedicada a la investigación en temas de política económica y social (Fedesarrollo, 2017. Página web <https://www.fedesarrollo.org.co/>).

³ Es una entidad gremial que agrupa a las empresas más importantes del Sector de Telecomunicaciones e informática en Colombia, del sector privado. Fuente: <http://www.ccit.org.co/la-ccit/>.

el proyecto del Parque Tecnológico City Tech busca el fortalecimiento del ecosistema TIC o Digital de la ciudad¹.

Algunos datos que caracterizan la ciudad de Manizales como inteligente, se encuentran en el informe de Fedesarrollo y el CCIT (2016) llamado “¿Qué tan inteligentes son las ciudades colombianas?”, en el que se define el índice de inteligencia urbana para Colombia con base en las seis áreas de Boyd Cohen: Medio ambiente, Movilidad, Gobierno, Economía, Gente y Calidad de Vida.

Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 3, tienen una lectura que corresponde a que un dato con un valor superior a 0.8 indica un alto nivel de inteligencia urbana, entre 0.4 y 0.79 muestra la integración de tecnologías a servicios y algunas actividades de la vida urbana, y menor a 0.39 hace referencia a un desarrollo de inteligencia urbana aún incipiente con respecto a la muestra. En el caso de Manizales, solo cuenta con dos índices entre el rango “integración de tecnologías a servicios y algunas actividades de la vida urbana” que son Movilidad y Calidad de Vida, y los demás índices se encuentran en el rango menos favorable.

Tabla 3: Resultados del índice de Inteligencia Urbana propuesta para Colombia. Fuente: CCIT & Fedesarrollo, 2016

	Medio ambiente	Movilidad	Gobierno	Economía	Gente	Calidad de vida	Total
Bogotá	0,58	0,62	0,11	0,68	0,57	0,67	0,58
Medellín	0,55	0,59	0,37	0,3	0,32	0,51	0,46
Bucaramanga	0,32	0,32	0,07	0,39	0,36	0,62	0,4
Manizales	0,39	0,47	0,11	0,19	0,29	0,49	0,36
Cali	0,53	0,44	0,02	0,24	0,14	0,29	0,29
Barranquilla	0,41	0,42	0,14	0,18	0,15	0,33	0,29
Promedio	0,46	0,48	0,14	0,33	0,3	0,48	0,4

En el mismo informe se compara a Manizales con otras ciudades líderes en Latinoamérica en aspectos de Smart Cities (Tabla 4). En este caso la ciudad se encuentra en la última posición y el índice con un valor más favorable es siendo movilidad.

¹ Se explica en este documento más adelante en el área de Emprendimiento e innovación (pag.50).

Tabla 4: Resultados del índice de inteligencia urbana (con 44 variables) comparando con otras ciudades líderes en Latinoamérica. Fuente: CCIT & Fedesarrollo, 2016

	Medio ambiente	Movilidad	Gobierno	Economía	Gente	Calidad de vida	Total
Santiago de Chile	0,78	0,72	0,37	0,65	0,70	0,64	0,65
Valdivia	0,57	0,55	0,15	0,40	0,40	0,62	0,47
Bogotá	0,22	0,68	0,16	0,44	0,44	0,42	0,43
Montevideo	0,55	0,38	0,23	0,25	0,44	0,51	0,41
Buenos Aires	0,48	0,44	0,43	0,43	0,40	0,25	0,39
Manizales	0,21	0,40	0,00	0,01	0,34	0,28	0,25
Promedio	0,47	0,53	0,22	0,36	0,45	0,45	0,43
Promedio Grandes	0,50	0,61	0,32	0,51	0,51	0,43	0,49
Promedio Intermedias	0,44	0,44	0,13	0,22	0,39	0,47	0,38

Para brindar un mayor contexto, a continuación, se presenta una revisión de las características de la ciudad de Manizales enmarcadas en las dimensiones de una CI. Uno de los referentes será el informe de FIDENTER et al. (2013), en atención a que las dimensiones con las que analiza el estado alcanzado por la ciudad de Manizales coinciden con la de Boyd Cohen (2011 citado por Correia-Carballo, 2017):

3.1.2.1. ECONOMÍA

Emprendimiento e innovación

Manizales es una ciudad con un gran potencial económico basado principalmente en capital humano y capital intelectual, cuenta con el mayor número de doctores y estudiantes de doctorado con respecto a otras ciudades del país. La eficiencia en los trámites públicos administrativos ante diferentes instituciones es otro aspecto que la distingue, lo que contribuye a crear un ambiente favorable para sus ciudadanos (FIDENTER et al., 2013).

Diego Molano Molano (2013) ministro de las TIC de Colombia en el periodo 2010-2015 afirmó que “Manizales es ejemplo TIC en Colombia” (prr.1), una vez revisado el avance del proyecto “Parque Tecnológico City Tech”. Este proyecto complementa el Ecosistema TIC que está construyendo la Alcaldía de Manizales y los empresarios del sector TIC, y es de suma importancia dado que, mediante la implementación, creación y dotación de la infraestructura tecnológica permitirá que se creen empresas de base tecnología y que las existentes creen redes de fortalecimiento mutuo (Pineda, Ruiz, & Molano, 2015; Londoño, 2016).

Dentro del área de emprendimiento e innovación, la Cámara de Comercio de Manizales - CCM (2018) presenta a Neurocity y a ejeinnova, como proyectos de gestión de innovación en la ciudad, el primero, considerado como el primer laboratorio en Colombia que ofrece metodologías, espacios y servicios para iniciar y acelerar procesos de ideación. Además, posibilita identificar oportunidades con mayor potencial para enfocar la capacidad innovadora y para solucionar problemas empresariales (NeuroCity, s.f.). El segundo, es una alianza público privada entre Colciencias, Alcaldía de Manizales y la fundación Empresa Estado, Eje cafetero, la Asociación de Cámaras de Comercio del Eje Cafetero y Norte del Valle ASOEJE y la CCM por Caldas; que tiene como propósito “apoyar y fortalecer a las empresas y aglomeraciones productivas de Caldas, Quindío y Risaralda, en las diferentes fases de sus procesos de innovación, generando capacidades básicas organizacionales en gestión de la innovación” (CCM, 2018, párr. 2).

A estos proyectos se suma la estrategia nacional Pactos por la Innovación, de la cual hace parte la Cámara de comercio de la ciudad y del departamento, donde se desarrollan dos programas: (i) sistemas de innovación, entrenamiento a las empresas para la innovación sistemática y permanente; y (ii) alianzas de innovación, orientación en la hoja de ruta de la innovación dentro de las empresas beneficiadas (CCM, 2018, párr. 2).

En el área de investigación, Manizales cuenta además de sus universidades, con el Centro de Bioinformática y Biología Computacional (BIOS), centro líder en supercomputación cuya misión es:

La prestación de servicios al gobierno, la academia y la industria interesados en la investigación y desarrollo de la biotecnología y la bioprospección de los recursos de la gran biodiversidad del país; es una entidad privada sin ánimo de lucro, que ofrece infraestructura de supercomputación robusta y personal altamente capacitado para desarrollar actividades de investigación e innovación (BIOS, 2012, párr.2).

3.1.2.2. GOBIERNO INTELIGENTE

En esta dimensión Cohen (2011 citado por Correia-Carballo, 2017) sugiere la revisión de tres indicadores: (i) servicios en línea, (ii) infraestructura y (iii) Gobierno abierto, a continuación, se muestra el estado de estos indicadores en la ciudad de Manizales, se agrega que esta

dimensión es un eje transversal a las demás áreas, siendo insumo para la medición de los otros indicadores, por tanto, esta información hace parte de otras áreas.

Servicios en línea

En el Decreto 2693 del 2012 se declaran los lineamientos generales para la iniciativa Gobierno en Línea de la Republica de Colombia con una cobertura en 104 instituciones. Con el impacto que generó esta implementación, se pasó del 39% al 59% de ciudadanos interactuando con el Estado en espacios de participación: difusión de servicios electrónicos, encuestas de necesidades y satisfacción del usuario, modelos de colaboración sector privado, público, academia para la sostenibilidad del gobierno, entre otros (Naranjo et al., 2015).

Actualmente, con el fin de hacer visible la implementación de la estrategia Gobierno en Línea, la Alcaldía de Manizales participa en el concurso del MINTIC “Máxima Velocidad 2017”, llevando a cabo una serie de retos alineados con los cuatro componentes de Gobierno en Línea. Entre las temáticas del concurso se encuentra el “Acceso a la Información Pública”, que se encuentra reglamentada a nivel nacional a través de la Resolución 3564 de 2015, además de otros retos que buscan mejorar la calidad de vida y acercar los servicios a sus ciudadanos (Salazar, 2017).

Infraestructura

A nivel de cobertura de sensores, la ciudad de Manizales hace parte del sistema integrado de Monitorio Ambiental de Caldas¹, con redes de hidrometeorología (clima), acelerografía (movimientos del suelo), calidad del aire, agua subterráneas (UNAL- sede Manizales, 2018).

A nivel nacional Colombia cuenta con un 67% de cobertura en internet, a nivel local no se tienen datos, pero si se registra que Manizales cuenta con cuatro puntos de conexión de internet denotados Zonas wifi gratis, como un servicio 24/7 con capacidad de 200 usuarios simultáneos durante periodos de una hora, ubicados en parques y plazas del municipio, este

¹ Esta información también hace parte al área de medio ambiente para el indicador “Administración de recursos”, lo que hace hincapié que el área de gobierno como eje trasversal todas las áreas.

servicio se complementa con los Kioscos Digitales y puntos Vive digital, que cubren las zonas rurales de la ciudad (Agencia de Noticias EFE, 2017; MINTIC, 2017). No obstante, en las instituciones educativas de Manizales, que cuentan con buenos equipos de cómputo, el acceso de internet es nulo, se esperaba que para el año 2017 existiera una cobertura del 83% con la financiación del programa nacional de conexión pero no se logró esta cobertura en ningún colegio (La Patria, 2017).

A nivel de cobertura servicios de voz, datos/Internet en tecnologías 2G se observa (color rojo en la Figura 13) que hay una cobertura del 100%, con una intensidad en la señal entre -30 (señal idónea) a -80dBm (señal mínima para establecer conexión con posibles caídas). Sin embargo, en la última tecnología 4G la cobertura es mucho menor (ver Figura 14), las empresas claro Colombia y Movistar desde el 2013 que llegó la tecnología a Colombia, han invertido en Manizales alrededor de 650 millones, siendo la décima capital de Colombia cobertura en esta tecnología. No obstante, es un tema que a nivel Nacional se debe mejorar, dado que el país se encuentra alejado del promedio mundial (Claro Colombia, 2018; Cuartas, 2017; La Patria, 2014).

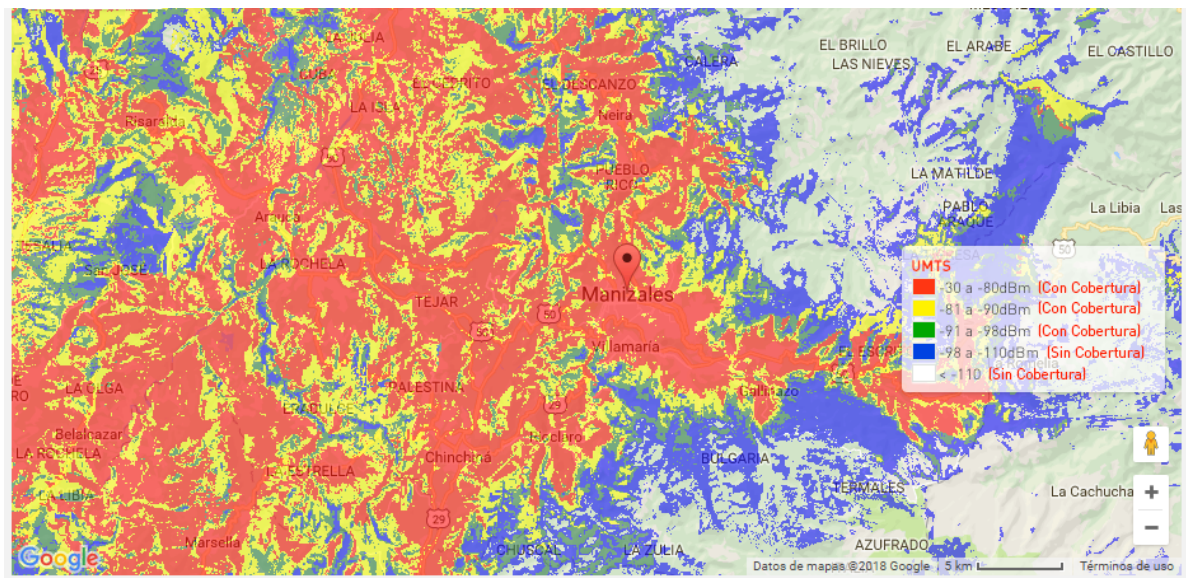


Figura 13: Cobertura de la empresa claro 2G para los servicios de voz, datos/Internet Fuente: Claro Colombia, 2018

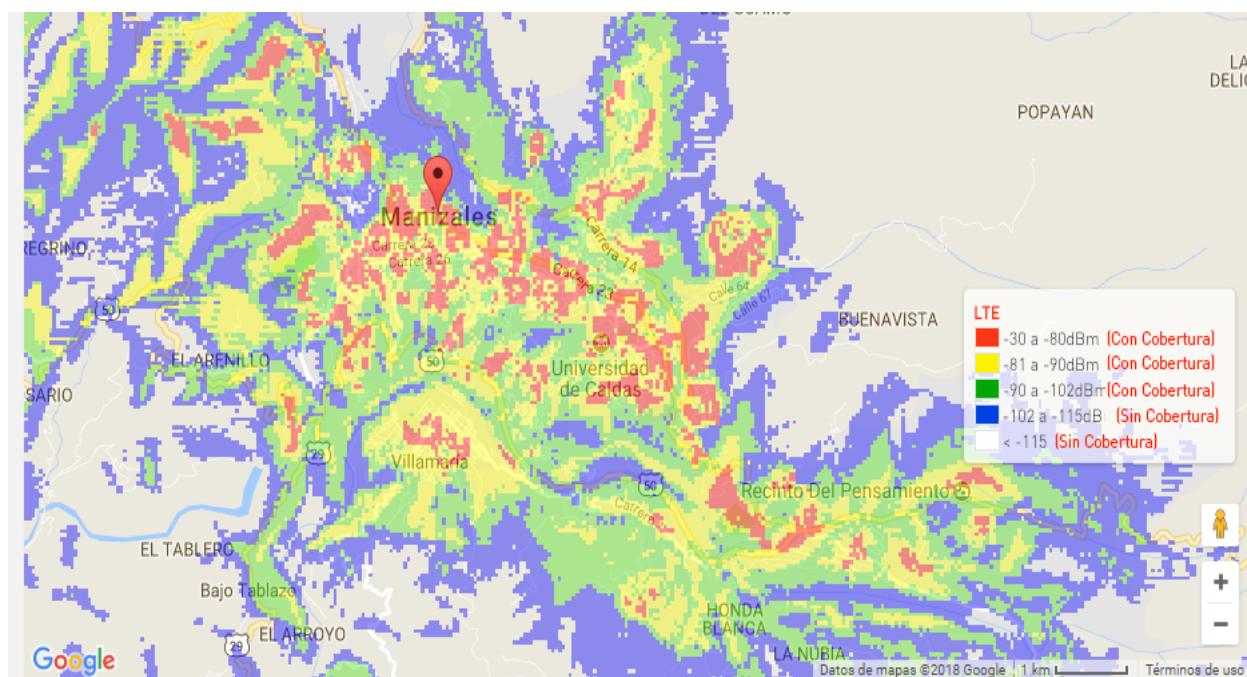


Figura 14: Cobertura de la empresa claro 4G para los servicios de voz, datos/Internet, SMS. Fuente: Claro Colombia, 2018

Datos Abiertos

Otro aspecto de interés para la CI, son las políticas de datos abiertos, estos datos pueden ser usados por cualquier ciudadano para acceder, entender, usar y compartir, orientándose a la consolidación de una CI en temas como cultura, turismo, educación, energía, salud, seguridad, entre otros. Estos datos se convierten en un activo para el Estado, el ciudadano y los emprendedores (Pizzuto, 2016). Según el Barómetro de Datos Abiertos (Open Data Barometer), países como México y Estados Unidos son líderes en iniciativas de datos abiertos; entre los indicadores considerados están la preparación, el impacto y la implementación de los datos abiertos. Colombia se ubica a nivel mundial en el puesto 24 detrás de países como Brasil, Uruguay, México, Singapur, entre otros (World Wide Web Foundation, 2016).

Según el Geoportal de la Alcaldía de Manizales – Datos Abiertos (s.f.), dentro de las iniciativas de datos abiertos de la ciudad, se encuentra el acceso a la información geográfica,

información normativa y de carácter técnico del Plan de Ordenamiento Territorial y las Piezas Intermedias de Planificación¹, con aplicativos como:

- Consulta Cartográfica Temática POT Urbano 2017-2031.
- Consulta Cartográfica Temática POT Rural 2017-2031.
- Aplicativo de consulta Territorial donde se visualiza un mapa con la ubicación de instituciones Educativas, Estaciones de Policía, algunas rutas de servicio público.
- Consulta Código Postal Manizales.
- Acuerdos POT – Municipio de Manizales.

Además, este Geoportal cuenta con un catálogo de Datos en funcionamiento, que tiene disponible los datos para las categorías de “Juntas de acción comunal” y “División Territorial” y existen otras como; educación, cultura, ciudad, vías y transporte que aún no están alimentadas por datos para cada caso (Geoportal Alcaldía de Manizales, s.f.).

Actualmente el Gobierno Nacional dispone de una plataforma de datos abiertos, donde para la ciudad de Manizales cuenta con 240 que pueden ser filtrados por cuatro categorías: Agricultura y Desarrollo Rural, Ambiente y desarrollo sostenible, Ciencia Tecnología e Innovación, Comercio, Industria y Turismo, cultura; además de descargarse en múltiples formatos. No obstante, se observa que se carecen de datos en dimensiones como movilidad, salud y educación, y además de datos de fuentes como entidades privadas, universidades y datos en tiempo real (Datos Abiertos Gobierno Digital Colombia, 2018).

3.1.2.3. SOCIEDAD INTELIGENTE

Educación

Según el informe del Plan de Acción para Manizales (FINDETER et al., 2013) la ciudad tiene una de las mayores tasas de alfabetismo del país (96%) y más de 200 instituciones de educación media con más de 55.000 estudiantes. Además, se indica que:

A finales del siglo XX la ciudad sufrió por la disminución de los ingresos del café, por lo que decidió volcar su apuesta a un futuro sostenible y competitivo por medio

¹ Instrumentos con lo que se busca ordenar una zona urbana.

del desarrollo basado en la educación y el conocimiento. Para ello se propuso consolidarse como ciudad universitaria, aumentando su capacidad investigativa y fomentando la innovación y el emprendimiento (p.11).

En el proceso llevado a cabo por Manizales para convertirse en CI y Sostenible, desde el Ministerio de Tecnologías de Información y Telecomunicaciones (MINTIC) en el año 2014 y en cabeza del ministro Diego Molano, se afirma que, para continuar con esta ruta, se insistirá en la estrategia de formación de talentos, con la entrega de becas para estudiar carreras relacionadas con las TIC en el marco del programa “Talento Digital”. Esta convocatoria que se realiza en todo el país, adjudicó más de la mitad de los cupos en Caldas en su primera versión (Ministerio de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de Colombia - MINTIC, 2014b).

La Alcaldía de Manizales con apoyo del MINTIC, ha entregado aproximadamente 20 mil tabletas y computadores en todo el Departamento de Caldas, (MINTIC, 2014b). La ciudad es pionera desde el 2004 en el proyecto de Telecentros¹, cuenta con 38 de estos (30 urbanos y 8 rurales), en donde se adelanta formación en desarrollo de software, animación digital y competencias ciudadanas, este espacio hace parte de la Red Nacional de Telecentros² (Red Nacional de Telecentros, 2017).

Según un estudio realizado sobre el comportamiento del sector de las TIC en Manizales (Naranjo et al., 2015) los diferentes proyectos en el componente de usuarios del ecosistema Digital³ que se orientaron para el 2012-2014 fueron:

- Programa para el desarrollar competencias en uso de las TIC focalizado en comunidades en riesgo y vulnerables.

¹ Espacios físicos dotados de equipos los cuales poseen conectividad a internet, donde los usuarios encuentran de manera gratuita procesos de capacitación, conversatorios, posibilidades de navegación libre, convocatorias para procesos de inserción laboral y un apoyo pedagógico para las personas interesadas en acceder a nuevos conocimientos a través de las TIC. (Alcaldía de Manizales, 2017, párr. 1).

² La Red Nacional de Telecentros actualmente clasifica los telecentros según la entidad o comunidad que los instalo: programas nacionales, programas departamentales, organizaciones sin fines de lucro, comunidades organizadas, responsabilidad social empresarial, territorios digitales y comunidad organizada. Fuente: <http://www.mineduccion.gov.co/cvn/1665/w3-article-340779.html>.

³ Es un modelo compuesto por: infraestructura, aplicaciones, servicios y usuarios, que busca impulsar la apropiación y uso de las TIC como herramienta para la disminución de la pobreza, generación de empleo, incremento de la competitividad y productividad de la región (Naranjo et al., 2015).

- Programa periodismo de hoy, centrado en formar periodistas en el uso estratégico de TIC para la comunicación digital.
- Programa REDvolution en el que se forma en el uso responsable TIC en estratos 1, 2 y 3 a través del servicio social obligatorio en estudiantes décimo y once.
- Programa con el uso de internet en las comunidades vulnerables y en situación de discapacidad, para identificar las bondades del uso de este y la forma de acceder según su condición.
- Programa de formación virtual de gestores públicos, que busca fortalecer la apropiación del Plan Vive Digital con gestores, servidores públicos y actores encargados de promover uso de TIC en los Telecentros.
- Programa SOYTIC para la alfabetización digital a la población prioritaria (mujeres cabeza de familia, indígenas, víctimas, afrodescendientes, reinsertados, personas mayores, comunidad LGBTI).

3.1.2.4. HABITAT

En esta área Cohen (2011 citado Correia-Carballo, 2017) sugiere indicadores relacionados con las condiciones de vida, salud, desigualdad (Gini) e inversión en cultura. Según CCM (2016), Manizales presentó un coeficiente de desigualdad en el 2015 de 1.7, por encima del promedio nacional (0.60), lo que indica que Manizales posee un alto grado de desigualdad. En cambio, para el índice de progreso social (IPS)¹ (ver Tabla 5), Manizales fue la única ciudad con un alto progreso social en el país, debido a la cobertura en servicios básicos, bajo déficit de vivienda y altos puntajes de intolerancia e inclusión de derechos personales.

¹ La CCM (2016) explica que la IPS es un modelo que permite hacer una medición del bienestar de las personas en una sociedad en forma independiente y complementaria a las medidas económicas, considerando solo indicadores sociales y ambientales, indicadores de resultado y no de esfuerzo, e indicadores accionales para la política pública. EL IPS está dividido en tres grandes dimensiones que son: necesidades humanas básicas (nutrición y asistencia médica básica, agua y saneamiento, vivienda y seguridad personal); fundamentos del bienestar (acceso a conocimientos básicos, acceso a información y comunicaciones, salud y bienestar y sustentabilidad del ecosistema); y oportunidades (derechos personales, libertad personal y de elección, tolerancia e inclusión y educación superior).

Tabla 5: Índice de Progreso Social, Incidencia de pobreza monetaria, incidencia de pobreza monetaria extrema y coeficiente de Gini en Manizales y Caldas. Serie Anual 2010 – 2015. Fuente: The Social Progress Imperative/DANE-Pobreza y condiciones de vida citado por (Cámara de Comercio de Manizales - CCM, 2016)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Índice de Progreso Social (IPS)						
<i>Manizales</i>	63,1	65,4	67,7	71,2	75,5	75,1
Incidencia de Pobreza Monetaria (%)						
<i>Manizales</i>	22	19,2	17,7	16,1	14,7	13,9
<i>Caldas</i>	39,6	36,6	35,4	32,2	29,2	27,9
Incidencia de Pobreza Monetaria Extrema (%)						
<i>Manizales</i>	4,7	2,3	2,4	2,6	2,2	1,7
<i>Caldas</i>	11,2	9,9	10,4	8,8	7,2	6,6
Coeficiente de GINI						
<i>Manizales</i>	0,495	0,471	0,455	0,472	0,468	0,455
<i>Caldas</i>	0,535	0,528	0,522	0,524	0,522	0,512

En temas de salud, aunque Manizales posee una cobertura del 98%, este porcentaje tiende a disminuir y la satisfacción del servicio es de menos del 50%, y la inversión del municipio en esta área es 22,5% del total del recurso del municipio, recursos que no son suficientes para considerar una buena calidad en los servicios prestados. Dado este panorama ha sido necesario que la ciudad haga uso de alternativas que brinda las TIC; es el caso de la Telemedicina, como una práctica a distancia, que permite suplir la cobertura de atención en salud en zonas aisladas de la ciudad, el proyecto Telesalud de Universidad de Caldas es una de los únicos líderes en temas de Telemedicina, prestando servicios de baja complejidad y teleconsultas de las zonas apartadas a nivel nacional (Telesalud, 2018).

3.1.2.5.MOVILIDAD

En temas de movilidad Manizales ha desarrollado soluciones alternativas teniendo en cuenta aspectos como la topografía montañosa y los estudios por parte de las universidades. Estas soluciones incluyen:

- La operación del Cable Aéreo, que comunica la ciudad con el municipio de Villamaría y con su terminal de transportes. Este servicio representa para los usuarios una alternativa

confortable y rápida para movilizarse; este medio comunica el centro de la ciudad con el municipio de Villamaría por medio de estaciones intermedias que incluyen el terminal de transportes (Cable Aéreo Manizales, 2017). Dada la topografía de la ciudad, FINDETER et al., (2013) indica que ésta permitiría la construcción de más cables aéreos de manera que se mejore el servicio y se reduzcan los tiempos de traslado y [contaminación].

- b. Sistema de cebras inteligentes, con tecnologías que “buscan lograr personas que tengan más conciencia al momento de cruzar de un lado a otro de la calle, a través de luces que les informan a los conductores que deben de ceder el paso, por un tiempo estimado de 20 segundos” (Cardona, 2017, párr.2).
- c. Semáforos inteligentes, como una prueba piloto, en la que funcionan con energía solar, capturando información sobre infracciones, accidentes y hasta hechos de delincuencia, además que proveen energía a las lámparas cercanas (J. R. Vargas, 2016).
- d. Sistema de Bicicletas Públicas llamado “Manizales en Bici”, con ocho estaciones y 185 vehículos con acceso gratuito, que incorpora el uso de tecnología biométrica para controlar el préstamo de bicicletas, donde el 1% de la población hace uso de este servicio, no obstante, en manizales se hace uso intensivo de bicicleta propia. Para este sistema está dispuesta una cicloruta con una longitud de 21,42 Kilometros, ubicada a lo largo de las seis vías más importantes, sin embargo, los ciclistas deben compartir el carril con los automóviles, lo que puede indicar un peligro para los ciudadanos (M. Cardona, Zuluaga, & Escobar, 2017; El Tiempo, 2018).

Por otro lado, entre los proyectos no tan exitosos orientados a la unificación del transporte, se encuentra el proyecto Transporte Integrado Manizales (TIM) en el que se instalaron dispositivos de lectura magnética para tarjetas, integrando todos los medios de transporte de la ciudad. Según un estudio de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Caldas (2012), este proyecto “tiene una concepción moderna, pertinente, con proyección, con problemas de gobernanza, impacto social, planeación e implementación, en gran medida subsanables” (prr.4). Agregan que el mayor problema que tuvo fue la aplicación de varios cambios al mismo tiempo y no progresivo, de manera que no hubo retroalimentación de los actores. Por último, recomiendan que es “conveniente realizar pruebas integrales del sistema sobre un universo representativo de actores por un periodo amplio para evidenciar y ajustar las fallas, tecnologías y sociales” (Universidad de Caldas - UC, 2012, párr. 26).

3.1.2.5. MEDIO AMBIENTE

Según el Plan de Acción para Manizales (FINDETER et al., 2013) “los principales temas de interés para Manizales en sostenibilidad ambiental y de cambio climático son: la gestión de residuos sólidos, la mitigación y adaptación al cambio climático, la atención a la vulnerabilidad ante desastres naturales y la medición del ruido” (p.21). Además, agregan que, en temas de vulnerabilidad ante desastres naturales, Manizales es una de las ciudades más adelantadas a nivel nacional en temas de gestión y mitigación del riesgo, aunque hace falta que se desarrollen investigaciones sobre los comportamientos de los suelos en situaciones como eventos sísmicos.

Otra iniciativa, es el proyecto de Negocios Verdes liderado por la Secretaria de Medio Ambiente de la ciudad en alianza con la Alcaldía de Manizales, la Gobernación de Caldas y Corpocaldas, busca “incentivar la producción más limpia y disminuir el impacto ambiental que se genera a través de nuevas formas de negocio que sean menos agresivas con los recursos naturales” (Eje21, 2017, párr.1).

La UNAL – sede Manizales y la Universidad Autónoma de Manizales adelantan la construcción de edificios sismorresistentes, y con mecanismos de obtención de la energía necesaria para su funcionamiento, mediante paneles solares, la recolección de aguas lluvias para abastecer sanitarios y regar jardines y la utilización de luces leds para la iluminación (Jaramillo, 2017; Buriticá, 2016). Además, afirma Jaramillo (2017), este tipo de proyectos “apuntan a crear espacios cómodos, pero mediados por la tecnología, amigables con el medio ambiente y que permitan innovaciones educativas que faciliten el aprendizaje” (párr.7).

3.1.3. Análisis de Manizales

Una vez revisados los diferentes aspectos de la ciudad de Manizales en comparación con las dimensiones de la CI, se reconoce que por parte de las autoridades gubernamentales existe interés por mejorar las condiciones de vida de sus habitantes a través de iniciativas que consideran el uso de las TIC y la sostenibilidad como principio. Esta situación se ve reflejada en la implementación de los proyectos como: Gobierno en Línea, NeuroCity, City Tech,

Manizales Campus Universitario, Manizales mi bici, Conexión Total y negocio verdes, que requieren seguir siendo impulsados en conjunto con otras iniciativas.

Según Larios, Gomez, Mora, Maciel, & Villanueva-Rosales (2016), uno de los aspectos dentro de la ruta hacia una CI es la conciencia de los ciudadanos sobre el manejo de los datos y la necesidad de solucionar problemas en conjunto con la academia, la industria y el gobierno, teniendo como vehículo las TIC. Manizales en el ámbito de formación y conciencia a los ciudadanos, se considera que posee fortalezas, dado que se capacita en temas que buscan consolidar capacidades para la innovación, el desarrollo y la gestión de aplicaciones y sistemas de información que vayan de la mano con las necesidades de la ciudad.

A pesar que entre las referencias mencionadas (Alcaldía de Manizales, 2016a; CCIT & Fedesarrollo, 2016; FINDETER et al., 2013; MCV, 2016; MINTIC, 2014a; UNAL - sede Manizales, 2018; J. R. Vargas, 2016), se informa que la ciudad cuenta con proyectos que buscan consolidarla como CI, en realidad la orientación de los mismos es hacia una Ciudad del Conocimiento y/o una Ciudad Sostenible o una Ciudad Digital, y no hacia iniciativas que incorporen los componentes de la cuádruple hélice, propuesta en la que se ubica al ciudadano como actor principal del proceso de identificación de problemas y planteamiento de soluciones.

3.2. Características de la UNAL – sede Manizales

3.2.1. Características generales de la Universidad

La Universidad Nacional de Colombia, como universidad pública, tiene ocho sedes en el país, entre ellas la de Manizales, en funcionamiento desde el año 1948 con la apertura de la Facultad de Ingeniería. Los primeros programas curriculares que funcionaron fueron Ingeniería Civil y Administración de Empresas. La Sede cuenta con 5.630 estudiantes (4.825 de pregrado y 805 de posgrado), 278 docentes y 211 administrativos; con una oferta académica igual 11 pregrados, 11 especializaciones, 16 maestrías y 5 doctorados,

distribuidos en tres por facultades¹(Oficina de Personal UNAL Manizales, 2018). En la parte de la infraestructura cuenta con tres campus (UNAL, 2017d):

- **Campus Palogrande:** Con 19.680 m² de área construida dividida en diez bloques, donde funcionan los programas curriculares de Administración de Empresas, Gestión Cultural e Ingeniería Civil, además de las oficinas administrativas. Es un campus cercano a la Universidad de Caldas y la Universidad Católica de Manizales. Además, en este campus se encuentran ubicados espacios de ciencia y tecnología como el Museo Interactivo del Juego y la Ciencia - Samoga, el observatorio astronómico y el Instituto de Estudios Ambientales (IDEA) (UNAL, 2017c, 2017d).
- **Campus El Cable:** Con 8.988 m² de área total y 3.877 m² de área construida. El campus es Monumento Histórico Nacional y fue donado a la Universidad en el año 1977 por parte de Ferrocarriles Nacionales. En este campus funciona el programa curricular de Arquitectura (UNAL, 2017c, 2017d, 2017b).
- **Campus La Nubia:** Con un área de 101.504 m² y unos 21.760 m² de área construida, donde funcionan principalmente los programas curriculares de Ingeniería Química, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Física, Ingeniería Electrónica, Matemáticas y Administración de Sistemas Informáticos. Además, es un área que se caracteriza por tener un área recreativa (cancha de tenis, canchas múltiples, cancha de fútbol reglamentaria), un centro de acondicionamiento físico, y el centro de Biotecnología y Agroindustria (UNAL, 2017d).

En los tres campus se encuentran 33 laboratorios, ocho auditorios, tres bibliotecas, once salas de micros. El 80% de las aulas de clases se encuentran automatizadas; están dotadas

¹ Las tres facultades de la Sede Manizales con sus programas son:

- **Facultad de Administración [FA] (2017):** Pregrados: Administración de Empresas (Diurno y Nocturno); Administración de Sistemas Informáticos y Gestión Cultural y Comunicativa; Posgrados: Maestría en Administración (Investigación o Profundización); Maestría en Administración de Sistemas Informáticos (Investigación o Profundización); Especialización en Alta Gerencia; Especialización en Auditoría de Sistemas; Especialización en Gestión de Redes y Datos; Especialización en Finanzas Corporativas; Especialización en Gerencia Estratégica de Proyectos; Especialización en Gestión Cultural con Énfasis en Planeación y Políticas Culturales y por último el Doctorado en Administración.
- **Facultad de Ciencias Exactas y Naturales [FCEN] (2017):** Pregrados: Ingeniería Física y Matemáticas; Posgrados: Maestría en Ciencias – Física; Maestría en Ciencias - Matemática Aplicada; Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales y el Doctorado en Matemáticas.
- **Facultad de Ingeniería y Arquitectura [FIA] (2017):** Pregrados: Arquitectura; Ingeniería Civil; Ingeniería Eléctrica; Ingeniería Electrónica; Ingeniería Industrial e Ingeniería Química; Posgrados: Especialización en Dirección de Producción y Operaciones; Especialización en Estructuras; Especialización en Ingeniería Ambiental - Área Sanitaria; Especialización en Ingeniería Hidráulica y Ambiental; Especialización en Vías y Transporte; Maestría en Hábitat; Maestría en Ingeniería - Automatización Industrial; Maestría en Ingeniería – Estructuras; Maestría en Ingeniería - Infraestructura y Sistemas de Transporte; Maestría en Ingeniería - Ingeniería Ambiental; Maestría en Ingeniería - Ingeniería Eléctrica; Maestría en Ingeniería - Ingeniería Industrial; Maestría en Ingeniería - Ingeniería Química; Maestría en Ingeniería - Recursos Hidráulicos; Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo; Maestría en Construcción (Convenio Bogotá) y los Doctorados en Doctorado en Ingeniería – Automática; Doctorado en Ingeniería - Industria y Organizaciones y Doctorado en Ingeniería - Ingeniería Química.

Fuente: (Facultad de Administración [FA], 2017; Facultad de Ciencias Exactas y Naturales [FCEN], 2017; Facultad de Ingeniería y Arquitectura [FIA], 2017).

con proyector, computador, conexión a internet y lectores biométricos para el control de acceso (UNAL, 2017d).

3.2.2. Dimensiones de la CI existentes en la Universidad

A continuación, se muestra un inventario de capacidades de la Sede Manizales en el marco de la dimensiones o áreas planteadas en el modelo de Boyd Cohen (2011 citado Correia-Carballo, 2017): capacidades en infraestructura, en investigación, y en proyectos en las dimensiones de economía, gobierno, sociedad, formas de vida, movilidad y medio ambiente.

3.2.2.1. ECONOMIA

Promoción del Emprendimiento

La Sede abre hace 13 años el Parque de Innovación Empresarial, cuyos principales objetivos son fomentar “la innovación competitiva, la investigación aplicada, la transferencia de tecnologías y la formación continuada” (Tamayo, 2011, párr. 1). Los profesores, administrativos, estudiantes y egresados pueden recibir ayuda para estructurar y sacar adelante iniciativas de innovación empresarial. El Parque tiene un convenio con la empresa Heisson Software House, desarrolladora de soluciones de software y TI, que permite que estudiantes de la sede tengan oportunidades laborales y de formación. Para el año 2016 se encontraban instaladas once empresas dedicadas al emprendimiento y un total de 51 empresas ya consolidadas que pertenecen a la red (Revista Membrede, 2016; Tamayo, 2011).

En esta misma línea se encuentra la unidad del Consultorio Administrativo, adscrito a la Facultad de Administración, el cual funciona desde hace 20 años, y ofrece servicios como “asesoría, consultoría, asistencia técnica e investigación social en los diferentes campos de la administración, con el fin de orientar el uso de recursos y la aplicación de tecnologías adecuadas para el mejoramiento y desarrollo de las organizaciones” (Revista Membrede, 2016, párr. 7). El Consultorio desarrolla en la actualidad el programa “Fortalece Cultura”

liderado por el Área de Gestión y Comunicación Cultural, que beneficia a proyectos de los sectores de las artes escénicas, plásticas y visuales; turismo cultural y contenidos digitales. Para el año 2017, cuenta con 38 organizaciones y emprendimientos culturales de Caldas beneficiados (UNAL, 2017a).

Estos dos escenarios se han convertido en ejes para el fortalecimiento del emprendimiento de la Universidad y de la ciudad de Manizales. Afirma el coordinador del Parque de Innovación Empresarial Kenny Gómez (2016) que:

El Consultorio Administrativo se encarga de brindar apoyo en las fases previas al arranque de iniciativas tales como: sensibilización y cultura, desarrollo del espíritu emprendedor, consolidación de una idea, planes de formulación y todos los pasos previos a la materialización de las mismas. El Parque de Innovación, por su parte, es el encargado de complementar el proceso a través de la incubación y aceleración de las iniciativas productivas (párr. 5).

Por último, se menciona que la sede Manizales brinda soporte desde la Dirección de Investigación y Extensión de sede (DIMA) para el manejo de los sistemas de información para la Investigación Hermes, el cual permite a docentes postularse junto con estudiantes a convocatorias internas y externas a la Universidad; al igual que da soporte para los trámites de propiedad intelectual y formulación de proyectos.

Conexión global y Local

Sistema Universitario de Manizales –SUMA

SUMA es un convenio realizado entre la Universidad Católica de Manizales, la Universidad de Caldas, la Universidad Autónoma de Manizales, la Universidad de Manizales, la Fundación Universitaria Luis Amigo y la UNAL – sede Manizales. Este convenio tiene como propósito aunar esfuerzos para desarrollar programas y proyectos de investigación, formación y extensión. Entre los componentes de SUMA esta Suma-Movilidad estudiantil en estas universidades, ampliando la oferta académica y brindando posibilidades de formación en otras

disciplinas y acceso a colecciones y bases de datos de las seis bibliotecas (Universidad de Caldas - UC et al., 2010).

Alianzas

La sede Manizales tiene alianzas interinstitucionales con más de 100 empresas e instituciones gubernamentales del departamento de Caldas como: Aguas de Manizales S.A, Alcaldía de Manizales, Instituto de Bienestar Familiar, Cámara de Comercio de Manizales, Central Hidroeléctrica de Caldas (CHEC), Caja de Compensación Familiar de Caldas (Confamiliar), Empresa Mabe Colombia S.A, Empresa Metropolitana de Aseo (EMAS) y Hospital de Caldas (Departamento de Contratación Universidad de Nacional de Colombia sede Manizales, s.f.). Además, a nivel nacional la Universidad cuenta con más de mil convenios con universidades de otros países como: Brasil, Estados Unidos, España, Bélgica, Alemania, Chile, Perú, México, Ecuador, Italia, entre otros (Dirección de Relaciones Exteriores -DRE, 2017). Lo anterior, permite que estudiantes y docentes de la sede puedan adelantar actividades de tipo académico a nivel local, nacional e internacional.

Grupos de investigación e investigadores – Formación

La Sede Manizales tiene 45 grupos de investigación, de los cuales 37 están categorizados por el Departamento Administrativo de Ciencia y Tecnología e Innovación de Colombia (Colciencias), lo que corresponde al 7,34% de los grupos que conforman la Universidad Nacional de Colombia que están categorizados. Esta categorización indica la calidad, cooperación y cohesión de los grupos de investigación con base a la producción registrada en la plataforma dispuesta por esta entidad. La importancia de esta categorización es un aspecto de calificación en la valoración para la entrega de recursos en las distintas convocatorias y becas que ofrece Colciencias como entidad administradora de los recursos para la investigación, ciencia y tecnología del país (DIMA, 2016).

La Sede Manizales con respecto a las universidades del eje cafetero, y en especial del departamento, tiene ventaja dado que cuenta con el mayor número de grupos de investigación en la categoría A1 (la más alta), aun cuando es una sede de tamaño intermedio de la UNAL (DIMA, 2016). A continuación (en las tablas 6, 7 y 8), se muestra una lista de los grupos de investigación de la Sede (según los resultados de los de la Convocatoria 781 de Medición de Grupos e investigadores (Colciencias, 2017).

Tabla 6: Grupos de Investigación Facultad de Administración. Fuente: Construcción propia basada en los resultados de la Convocatoria 781 de Colciencias, 2017 y de reporte Sistemas HERMES de la VRI (2018)

Nombre Del Grupo Investigación (G.I)	Categoría	Líneas de Investigación
Pensamiento Ambiental	A	Pensamiento ambiental y educación; pensamiento ambiental ético-estéticoepistemico; ciudad, territorio, ruralidad y pensamiento ambiental sur; administración, organizaciones y complejidad ambiental
Teoría y práctica de la Gestión Cultural	A	Economía de la cultura y gestión cultural; planeación y políticas culturales; animación sociocultural; practicas locales en gestión cultural
Teoría y Gestión de Tecnologías de la Información	B	Gobierno, gestión y control de tecnologías de información; aprendizaje virtual (e-learning); sociedad del conocimiento y gestión de tecnologías de la información y las comunicaciones (tic); teoría de las tecnologías de la información
Grupo de Ambientes Adaptativos - GAIA	B	TIC en educación y sistemas adaptativos; análisis y minería de datos; inteligencia artificial; seguridad y auditoria de sistemas
Competitividad Empresarial y Gestión Tecnológica	C	Gestión del conocimiento y del capital intelectual; mercadeo; competitividad; empresariado; finanzas; negocios internacionales; producción
Finanzas y Marketing	C	Neuromarketing; comportamiento del consumidor; mercadeo internacional; ética y finanzas; financiación; valoración
Identidad y Cultura	C	Cuerpos y subjetividades; identidades étnicas; identidades juveniles; identidad y comunicación
Cultura de la Calidad en la Educación	C	Procesos educativos de formación por competencias; procesos y estrategias para el mejoramiento de la educación; apropiación social del conocimiento
Filosofía y Teoría en Administración	R	Contextualización de teorías y tecnologías; teoría financiera y contable; ética empresarial; epistemología y esclarecimiento conceptual
Estudios Regionales: Cultura y Sociedad	NC	Paisaje - territorio; patrimonio material e inmaterial; cultura y patrimonio
Corporate Governace, Tecnología y complejidad	NC	Línea de investigación en tecnologías y evolución empresarial; línea en estadística aplicada a la medición de innovación tecnológica, con modelos econométricos y de simulación; línea de investigación en estructuración y gestión de proyectos de asociación público-privada app.
Emprendimiento empresarial	NC	Tipos de emprendimiento; factores determinantes del emprendimiento empresarial; modelos para el apoyo y acompañamiento de proyectos de emprendimiento empresarial

Tabla 7: Grupos de Investigación Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Fuente: Construcción propia basada en los resultados de la Convocatoria 781 de Colciencias, 2017 y de reporte Sistemas HERMES de la VRI (2018)

G.I	Categoría	Líneas de Investigación
Grupo de Alimentos Frutales	A1	Recursos biofísicos; manejo integrado de plagas y enfermedades; poscosecha, conservación y transformación de alimentos; proteínas; productos transformados alimentarios y no alimentar
PCM Computational Applications	A1	Modelamiento de estructura de bandas de nitruros y carburos; procesamiento de imágenes AFM y SEM de superficies para determinar propiedades morfológicas; producción de materiales por la técnica de reacción de estado sólido; producción y caracterización de recubrimientos duros; modelamiento y simulación de propiedades físicas de materiales por la técnica de Monte Carlo, entre otras
Laboratorio de Física del Plasma	A1	Materiales biocompatibles y aplicaciones biomédicas; física computacional; instrumentación física y control; nanotecnología; técnicas de generación de Plasma; física del plasma; desarrollo y caracterización de nuevos materiales
Propiedades Ópticas de Materiales	A	Propiedades ópticas de materiales; microscopia RAMAN; espectroscopia de impedancia
Cálculo Científico y Modelamiento Matemático	A	Sistemas dinámicos; análisis numérico; computación científica; algebra lineal numérica
Magnetismo y Materiales Avanzados	A	Física de alimentos; nanoestructuras semiconductoras; estudio de las propiedades físicas de nuevos materiales magnéticos; análisis térmico de materiales; crecimiento de materiales magnéticos; análisis de sistemas biológicos por las espectroscopias de impedancia y fluorescencia; simulación de sistemas magnéticos
ABC Dynamics	B	Desarrollo sostenible; sistemas complejos; complejidad; dinámica no lineal; bifurcaciones y caos; control no lineal; modelado y simulación; sistemas suaves a tramos; bifurcaciones
G.I. en Matemáticas, Física y Computación	C	Ecuaciones diferenciales no lineales; objetos virtuales
Propiedades Térmicas-Dieléctricas de Compositos: TDPC	C	Propiedades térmicas y dieléctricas de compositos; polímeros electrolíticos; compositos; materiales cerámicos magnetorresistivos; semi-conductores nano-estructurados
Bioproductos	NC	Caracterización química de diferentes tipos de biomasa; conversión de biomasa residual en bioproductos de valor agregado; síntesis biológica de compuestos Orgánicos en bioreactores a escala laboratorio
AGL	NC	Álgebras de lie; álgebra conmutativa y geometría algebraica; súper álgebras de Jordan; teoría de representaciones de álgebras; traducción de textos antiguos

Tabla 8: Grupos de Investigación Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Fuente: Construcción propia basada en los resultados de la Convocatoria 781 de Colciencias, 2017 y de reporte Sistemas HERMES de la VRI (2018)

G.I	Categoría	Líneas de Investigación
Cultura Organizacional y Gestión Humana	A1	Innovación; estrategia; cultura organizacional; gerencia estratégica del talento humano; emprendimiento
Aplicación de Nuevas Tecnologías	A1	Intensificación de procesos para la producción de biocombustibles; operabilidad de procesos intensificados; operación no convencional de procesos; desarrollo de procesos intensificados usando tecnología de membranas
Control y Procesamiento Digital de Señales	A1	Reconocimiento de patrones; procesamiento de señales biomédicas; modelado de señales; bioinformática; telemedicina
Percepción y Control Inteligente (PCI)	A1	Desarrollo sostenible; dinámica no lineal, bifurcaciones y caos; análisis y control de sistemas dinámicos; visión artificial; control de procesos químicos, biotecnológicos y de ingeniería; convertidores de potencia
Procesos Químicos Catalíticos y Biotecnológicos	A1	Destilación reactiva; ingeniería de procesos biotecnológicos; materiales nanoestructurados; procesos reacción - separación; biocombustibles
Ingeniería Hidráulica y Ambiental	A1	Modelación atmosférica; modelación hidráulica de obras mayores y menores; flujos torrenciales; calibración automática; sistemas de información geográfica aplicados a la hidrología; planificación de recursos hídricos; análisis de incertidumbre; entre otras
Procesos Reactivos Intensificados con Separación y Materiales Avanzados	A1	Análisis y diseño de reactores y procesos químicos industriales; materiales adsorbentes y catalíticos; procesos avanzados de oxidación; procesos intensificados reacción-separación
Potencia, Energía y Mercados [GIPEM]	A1	Política energética; energías renovables; optimización; alta tensión y aislamiento eléctrico; mercados energéticos; sistemas de potencia
Recursos Energéticos	A1	Redes de datos y redes industriales.; sistemas de generación distribuida; energía renovable; prototipado rápido y sistemas embebidos para control y automatización; acondicionadores de potencia e inversores conmutados; análisis de señales biomédicas
Innovación y Desarrollo Tecnológico	A	Logística empresarial y producción
Redes de Distribución y Potencia	A	Calidad de la energía; confiabilidad de sistemas de distribución; estabilidad y colapsos de tensión; diseño de equipo eléctrico de alta tensión; diseño de instrumentos de medida de la potencia eléctrica; análisis de estructuras de puesta a tierra; compatibilidad electromagnética
Ética Empresarial y Empresariado Social-Ethos	A	Fortalecimiento de entornos éticos organizacionales; ética gerencial; responsabilidad social organizacional; liderazgo
Gestión Del Conocimiento E-Business	A	Gestión del conocimiento; <i>Smart Cities</i> ; accesibilidad territorial; <i>e-business</i>
Calidad de la Energía y Electrónica de Potencia	A	Calidad de la energía eléctrica; electrónica de potencia

Environmental Energy and Education Policy	B	Regulación y política energética; micro redes; movilidad sostenible; eficiencia energética; energías renovables; redes inteligentes; análisis de datos; descargas eléctricas atmosféricas; mercados de energía; educación en ingeniería
Ingeniería Sísmica y Sismología	B	Análisis, modelación e instrumentación de estructuras afines al campo de la ingeniería civil sometidas a efectos sísmicos; confiabilidad estructural ante efectos sísmicos; control activo de estructuras ante efectos sísmicos; numérica de la modelación numérica en geotecnia; parámetros geotécnicos de diseño sísmico en zonas montañosas
Telemática y Telecomunicaciones	B	EMC-compatibilidad electromagnética; telemetría; tele-tráfico en redes de banda ancha; redes de telecomunicaciones y telemática aplicada; RF aplicada a la salud; inteligencia artificial - sistemas expertos
Aprovechamiento de Residuos	C	Aprovechamiento energético y recuperación de compuestos valiosos de residuos industriales, agrícolas y municipales; simulación de procesos en el manejo de residuos
Medios de Expresión y Comunicación	C	Arquitectura y poética; la representación en el proceso proyectual; interacción y ciudad; pensar en arquitectura
Grupo de Físicoquímica Computacional	C	Obtención de parámetros cinéticos en termo gravimetría; obtención de parámetros termodinámicos; simulación estocástica de fenómenos de transporte; simulación molecular
Arquitectura Medio Ambiente y Sostenibilidad	NC	Diseño, innovación y tecnologías sostenibles; medio ambiente y sostenibilidad; construcción sostenible con materiales alternativos
Computación suave y dura [SHAC]	NC	Interfaces hombre maquina; implementación de algoritmos en plataformas embebidas; tratamiento, modelado y visualización de datos; tecnologías multimedia; compresión y transmisión de datos, entre otras
Patrimonio urbanístico y Arquitectónico	NC	Valoración e intervención del patrimonio urbanístico y arquitectónico colombiano; diseño en contextos patrimoniales; fundamentación teórica de la arquitectura
Propagación electromagnética aplicada (PROPELA)	NC	Consultoría a empresas en el área de propagación; fabricación de equipos electrónicos de alta frecuencia; radioelectrónica
Polímeros y materiales compuestos	NC	Caracterización de materiales; mejoramiento de procesos y productos; mezcla de polímeros; procesos de transformación de polímeros; producción de elastómeros; síntesis de materiales; nanocompuestos; recubrimientos
Urbanismo	NC	Espacio público; paisaje; ciudades del conocimiento; medio ambiente; proyecto urbano; ordenamiento territorial

Según la Vicerrectoría de Investigación -VRI de la UNAL (2017), la Sede Manizales cuenta con 87 investigadores avalados y reconocidos por Colciencias última Convocatoria de Colciencias 781 del 2017, lo que corresponde al 8,13% del total de investigadores de la Universidad, superando a sedes como Palmira, Caribe y Amazonía; como puede apreciarse en la Figura 15 los resultados de dicha convocatoria a nivel nacional. Además, la sede

Manizales cuenta con 17 profesores como los más citados según el ranking de investigadores en instituciones colombianas, acorde a sus perfiles públicos de Google Scholar Citations (Google Scholar, 2017).

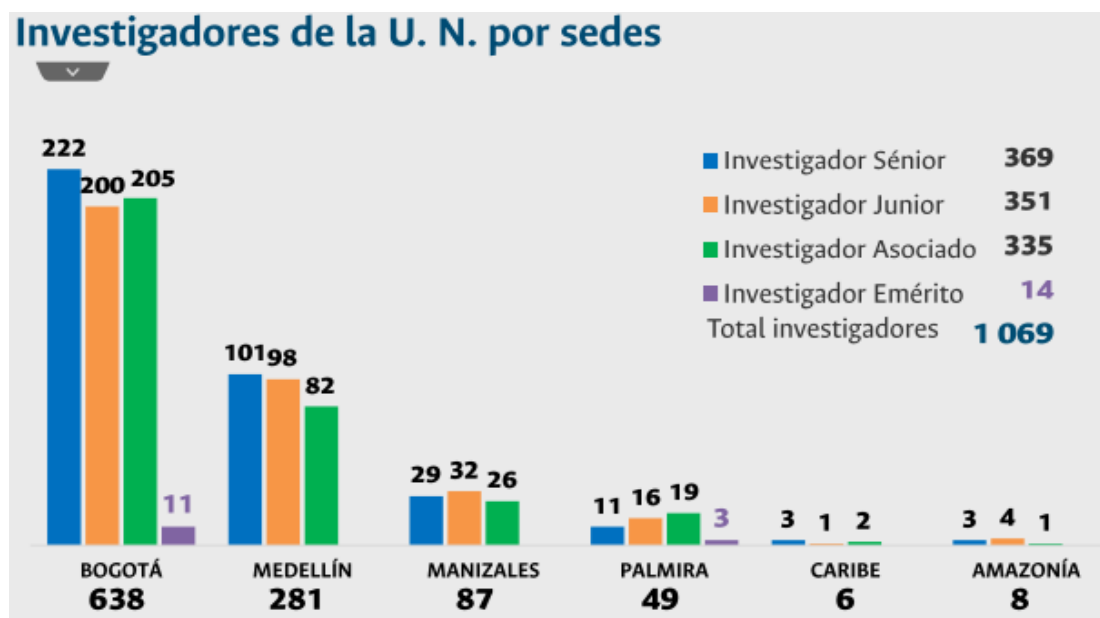


Figura 15: Investigadores de la UNAL categorizados por Colciencias - Convocatoria 781 del 2017.
Fuente: VRI, 2017

Según reporte desde el Sistema de Información para la Investigación y Extensión Hermes (2018) la Sede cuenta con 31 laboratorios distribuidos en cada una de sus facultades e institutos¹ así:

Instituto de Biotecnología y Agroindustria, laboratorio y unidad de experimentación transversal a las facultades de la sede Manizales.

Facultad de Administración

- Centro de Producción Audiovisual.
- Investigación en Redes de Datos.
- Investigación en Tecnologías Informáticas para Gestión, Diseño y Creación de Recursos Educativos Digitales – LIGRED.

¹ El Instituto de Estudios Ambientales - IDEA no cuenta con laboratorios registrados en el sistema Hermes. Fuente: <http://www.hermes.unal.edu.co/>

- Investigación en ingeniería de Software.
- Simulación Gerencial.

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

- Bioproductos.
- Computación científica en modelos matemáticos y físicos.
- Fisicoquímica Avanzada.
- Física Básica.
- Física de Plasma.
- Magnetismo y Materiales Avanzados.
- Materiales Nanoestructurados y Funcionales.
- Nanoestructuras Semiconductoras.
- Paleomagnetismo y Geofísica Ambiental.
- Propiedades Ópticas de los Materiales.
- Química.

Facultad de Ingeniería y Arquitectura

- Aprovechamiento de Residuos.
- Calidad de la Energía y Electrónica de la Potencia.
- Ciencias Biológicas y Moleculares.
- Electricidad y Electrónica.
- Estructuras.
- Gabinete de Fotogrametría.
- Gabinete de Topografía.
- Hidráulica.
- Intensificación de Procesos y Sistemas Híbridos.
- Materiales Julio Robledo Isaza.
- Materiales Metálicos Avanzados.
- Polímeros y Materiales Compuestos.
- Procesos Productivos.
- Telemática y Telecomunicaciones.

3.2.2.2. GOBIERNO (servicios en línea, infraestructura, gobierno abierto)

Servicios en línea

- Pago electrónico de matrículas y multas para los programas curriculares y de extensión.
- Sistemas de Información Hermes para la investigación como repositorio de proyectos y como sistemas de administración de todo el ciclo de vida de los proyectos de investigación y extensión.
- Votaciones electrónicas.
- Calificación del docente en medio electrónico.
- Sistemas de Información Académica (SIA), donde se gestionan solicitudes como certificados, inscripción y cancelación de asignaturas.
- Portal web de Convocatorias para su oferta y publicación de resultados.
- Portal web para cada una de las dependencias administrativas de la sede bajo el manual de identidad para sitios web de la UNAL, con información detallada de gestión y estadísticas para cada una.
- Documentación completa para los procesos de admisión, graduación, prestamos bibliotecarios, aplicación a becas, entre otros.

Datos abiertos

En la actualidad en la sede Manizales, no se encuentra estipulada una política de datos abiertos. No obstante, podrían la sede en Manizales apoyarse de los avances en el tema de la sede en Bogotá, donde existen proyectos relacionados, como el diseño de una plataforma tecnológica que permite el acceso público a los datos de las principales entidades que forman parte del Distrito; proyecto apoyado por la Alta Consejería Distrital de TIC de la Alcaldía Mayor de Bogotá y por ViveLab Bogotá (Agencia de Noticias UN, 2017).

3.2.2.3. SOCIEDAD

Educación

Capacitación

Desde la Red de Bibliotecas de la UNAL – sede Manizales se impulsa la metodología Vigilancia Tecnológica, que facilita y amplía la búsqueda segura de datos, mediante

capacitaciones a investigadores y docentes. Aplicar esta metodología incluye minería de datos, buscador de noticias, bancos bibliográficos, software de monitorización de páginas web, blogs y datos estadísticos, entre otros (Agencia de Noticias UN, 2016). Se realizan otras capacitaciones como: en el manejo de los sistemas de información internos de la Universidad (SARA, Hermes, quipu y SIA); capacitación en herramientas ofimáticas básicas para empleados y estudiantes; entre otras capacitaciones en temas de seguridad, hábitos de vida saludable y oportunidades de negocio y de financiación de proyectos.

Recursos y espacios de apoyo educativo

Hacia un fortalecimiento de la educación en la sede es necesario que a nivel local y nacional se provea de espacios y recursos que permitan impulsar la colaboración e investigación, por esto a continuación se nombran los espacios y los servicios que ofrece la sede Manizales, que se encuentran disponibles:

Museo interactivo del Ciencia, Juego y Tecnología (Samoga)

Samoga es un proyecto de extensión solidaria¹ de acceso al público que “tiene el deber de contribuir a la promoción del conocimiento científico orientado al desarrollo, promoviendo la C&T y rescatando los saberes regionales como parte de la cultura local, en beneficio de la capital de Caldas y de su área de influencia” (Samoga, 2017, p.6). Según Escobar (2016) los servicios que presta Samoga son: Sala de Módulos con 40 módulos de física, lógica y matemáticas; el Observatorio Astronómico de Manizales (OAM) con su Planetario Móvil; el Modelo Hidráulico del IDEA con réplicas de estructuras para el control de la erosión; la Sala Umbra Virtual y La Rampa de Exposiciones. El museo Samoga, según Escobar (2016):

Es un espacio que propicia el encuentro con la ciencia y la tecnología para vivir una experiencia guiada, que sirve de pretexto para formar en la civilidad al motivar a los usuarios en los procesos de aprendizaje, aludiendo a la utilidad del conocimiento y los saberes en la construcción

¹Extensión solidaria: Según la Dirección Nacional de Extensión Innovación y Propiedad Intelectual - DNEIPI (2017):

son los programas y proyectos científicos, tecnológicos, artísticos y culturales de alto impacto social que se desarrollan y financian total o parcialmente con recursos de la Universidad. Por medio de esta modalidad se integran los distintos campos del conocimiento y se estrechan vínculos con diversos sectores de la sociedad en busca de la inclusión social de comunidades vulnerables (párr.1).

social de un territorio, ambientalmente sostenible, socialmente equitativo y económicamente viable (p.9).

Bibliotecas

El Sistema Nacional de Bibliotecas (SINAB), “integra los recursos bibliográficos, el talento humano, la infraestructura tecnológica y física necesarios para ofrecer información académica, artística y científica y los mejores servicios bibliotecarios que requiere la Universidad” (SINAB, 2017b, p.5). Como parte del SINAB a nivel de la sede Manizales hay tres bibliotecas, ubicadas una en cada uno de los campus. Cada una de ellas ofrece el acceso a servicios como el autopréstamo y puestos de consulta rápida para todos los usuarios. Estas bibliotecas cuentan con una amplia colección bibliográfica con un promedio de 20 libros por usuario. A continuación, se describe cada una, según el SINAB (2017a):

1. **Biblioteca Carlos Enrique Ruiz – Campus la Nubia:** Tiene un área de 3.950 m² con capacidad para albergar 500 personas simultáneamente y 100.000 volúmenes. La tasa de uso de esta biblioteca es de 800 personas al día, con 60 puestos de lectura individual, 32 grupales y 250 de mesas de lectura. Además, 40 espacios disponibles para consulta con computador, un auditorio y una sala de exposiciones.
2. **Biblioteca German Arciniegas – Campus el Cable:** Esta Biblioteca posee un área de 275 m² con capacidad de albergar 60 usuarios simultáneamente y 8.000 volúmenes, con un promedio de uso de 400 usuarios al día, con doce puestos para trabajo en equipo y ocho puestos de consulta con computador.
3. **Biblioteca Alfonso Carvajal – Campus Palogrande:** Tiene un área de 1303 m² con capacidad para albergar 100.000 volúmenes y 300 usuarios simultáneamente, en este espacio se atienden 2.000 usuarios en promedio por día. Tiene 300 mesas de lectura, 40 espacios para trabajo en grupo y 32 puestos de consulta con computador.

Otro recurso disponible en la sede y a nivel nacional es la Biblioteca Digital, que según el SINAB:

Es la agrupación de dos portales en formato digital: Portal de Revistas UN y Repositorio Institucional UN, administrados de forma descentralizada, que a

través del acceso abierto y la publicación en línea mejoran la visibilidad y difusión de la producción académica, científica y patrimonial de la Universidad Nacional de Colombia (SINAB, 2017c).

Además de la Biblioteca Digital, el SINAB tiene otros servicios en línea como: Bases de datos, Biblioteca Digital, Catálogo UN, diccionarios y enciclopedias electrónicos, herramientas bibliográficas como gestores de referencia o administradores de bases de datos; descubridor es la herramienta que permite la búsqueda en todos los recursos del sistema; obtención de documentos en línea mediante el intercambio de artículos de revista; referencia virtual y revistas y libros electrónicos, consulta de revistas y libros electrónicos disponibles en texto completo, en todas las áreas del conocimiento. Los servicios presenciales con los que cuentan todas las bibliotecas de Universidad son: consulta en sala, préstamo externo, préstamo interbibliotecario, orientación al usuario, referencia, formación y agenda cultural (SINAB, 2017b).

El SINAB con el objetivo de ampliar sus servicios en todas las sedes de la UNAL cuenta convenios para préstamo interbibliotecario entre bibliotecas de las sedes y bibliotecas de otras instituciones como: Pontificia Universidad Javeriana, universidades del convenio SUMA, el Centro de Apoyo a la Investigación Económica (CAIE), Universidad de los Andes, y Universidad Externando de Colombia, entre otras (SINAB, 2017b).

3.2.2.4. HÁBITAT

En el área de hábitat la sede cuenta con un edificio de bienestar en dos de sus campus (La Nubia y Palogrande) integrado por el área de salud, área de actividad física y deportes, área de acompañamiento integral y área de cultura.

Área de Salud

Esta área tiene como objetivo “promover el mejoramiento permanente de las condiciones físicas, psíquicas, mentales, sociales y ambientales en las que se desarrolla la vida universitaria, mediante programas formativos, preventivos y correctivos que incidan en la calidad y hábitos de vida saludable” (Bienestar Universitario Sede Manizales, 2017, párr.1).

Esta área ofrece servicios como los programas de detección temprana de cáncer de mama, cáncer de testículo, cáncer de cuello uterino; apoyo para la atención primaria y de emergencias y el programa gestión de la salud orientado a la comunidad universitaria en los trámites y afiliaciones al Sistema General de Seguridad Social en Salud (Bienestar Universitario Sede Manizales, 2017). Por último, y según Bienestar Universitario de la Sede (2017), “el programa consulta de medicina, odontología, sicología, higiene oral y enfermería, se hacen con énfasis en la prevención y corrección de los factores que inciden en la enfermedad, para la pronta recuperación de la salud y del retorno a la actividad académica” (párr.3).

Área de Deportes y Actividad Física

El objetivo del área de Deportes y Actividad Física de Bienestar Universitario de la sede Manizales (2017), es “estimular la práctica de actividades de carácter recreativo, formativo y competitivo, en el marco del desarrollo humano integral de la comunidad universitaria y la implementación y consolidación del deporte universitario en el país en diferentes niveles de rendimiento” (párr.2). Esta área cuenta con un Centro de Acondicionamiento y Preparación Física (CAPF), con el propósito de mejorar la calidad de mediante la práctica de actividades físicas, realizadas de forma progresiva y personalizada. El CAPF “brinda la posibilidad de realizar evaluaciones de la condición física, antropometría y corrección nutricional, las cuales se llevan a cabo de manera sistemática y periódica” (Bienestar Universitario Sede Manizales, 2017, párr.2); canchas multifuncionales, canchas de tenis y espacios para otras modalidades deportivas. Esta área también administra el deporte de competencia y recreativo.

Área de Acompañamiento Integral

Entre los servicios que el área ofrece están las asesorías en aquellas asignaturas que presentan dificultades. Según Bienestar Universitario de la sede Manizales (2017) esta área tiene como objetivo:

Acompañar a los miembros de la comunidad universitaria en su paso por la Universidad; Facilitar el conocimiento de sí mismo y de los demás miembros de la comunidad y Desarrollar el sentido de pertenencia, el compromiso individual con la Universidad, la construcción de un tejido social incluyente y el fortalecimiento de las relaciones humanas (párr.4).

Área de Cultura

Según Bienestar Universitario de la sede Manizales (2017) esta ofrece a toda la comunidad universitaria la participación en grupos culturales y de esparcimiento como: danza, banda sinfónica, coro, clases de guitarra, grupo musical, taller de teatro y grupo musical tropical. También se encuentra encargada de la logística de eventos culturales.

Seguridad

La Sede cuenta con lectores biométricos instalados en los salones de clases y lectores de tarjetas de proximidad con el fin de controlar la entrada y salida de los usuarios de los espacios; con el fin de garantizar el acceso único a personas autorizadas y la seguridad de los bienes que se encuentran instalados en ellos.

3.2.2.5. MOVILIDAD

Transporte

Según UNTelevisión (2017) el servicio de intercampus “consiste en el servicio gratuito de transporte entre los campus Palogrande, El Cable y La Nubia, que puede ser usado por estudiantes, docentes y administrativos” (párr.1). Agrega que la sede dispone de dos buses que hacen 34 recorridos para transportar alrededor de 1.700 pasajeros diariamente. La sede cuenta con más buses para el transporte de estudiantes para las visitas académicas y representaciones deportivas. El servicio de intercampus presenta algunos problemas relacionados con la cobertura en horas con alto flujo de personas. Un aspecto a resaltar en el área de movilidad es que la Universidad cuenta con dos programas de posgrados relacionado con vías y transporte, formación que podría ser utilizada para la mejora de este aspecto en la Sede.

3.2.2.6. MEDIO AMBIENTE

Gestión de recursos y riesgos - Instituto de Estudios Ambientales (IDEA):

Según el IDEA (2017) su misión es:

Contribuir al conocimiento del ambiente (entendido como las relaciones ecosistema - cultura) y proponer alternativas a los problemas y conflictos ambientales del país, mediante la investigación, la docencia y la extensión, que aporte a la construcción de sociedades sustentables en el marco del trabajo interdisciplinario e interinstitucional de la Universidad Nacional de Colombia (párr.1).

El IDEA (2017) menciona que cuenta con convenios nacionales con el Jardín Botánico “José Celestino Mutis”; y convenios internacionales con la Universidad Brasilia y la Universidad de España. Los programas¹ que conforman el portafolio del IDEA son: Programa Economía y Ambiente, Programa Estudios de Impacto Ambiental, Programa Estudios Ambientales Agrarios y Programa de Ecología. Por último, dentro de la gestión de riesgos de la ciudad de Manizales, el IDEA lidera un proyecto con la instalación de estaciones meteorológicas e hidrometeorológicas en todo el departamento, junto con una estación de alerta que suministra información como radiación solar, temperatura del aire, precipitaciones, entre otras variables, que es procesada y se hace un seguimiento dentro de la sede para ser interpretada por expertos, entre ellos docentes de la sede y así generar alertas tempranas a la ciudad (UNTelevisión, 2014).

Edificios Inteligentes

En la actualidad la sede está construyendo un nuevo edificio en el campus La Nubia, este bloque se “diseñó para que sea un edificio inteligente: tendrá cubiertas verdes, iluminación led, sistema bioclimático y tubos que extraerán la luz natural, solares híbridos y fachadas vidriadas y traslúcidas” (Agencia de Noticias UN, 2016, párr.1); la Oficina de Desarrollo Físico de la Sede informa que el edificio está pensado como un espacio incluyente y amable con el entorno.

¹ En el siguiente link se encuentra la descripción de cada uno programas http://www.idea.unal.edu.co/inv/prog_inv_idea.html.

3.3. Comparación entre Universidad y Ciudad

En la Tabla 9 se marca la existencia o no de iniciativas o capacidades de la ciudad de Manizales y la Universidad, con el objetivo de conocer las áreas en las que la última puede soportar las necesidades de la primera. En la columna de la ciudad se señala para cada indicador si se identificaron iniciativas y, de ser así, qué tan visibles han sido para generar impacto en el proceso de conformación de una CI. En el caso de la Universidad, para cada indicador se especifica si hay iniciativas o no relacionadas según la revisión de información, pero no se indica que lo existente corresponde a un proceso de consolidación como inteligente, solo indica que esta área existe o no en la Universidad; por tanto, es un área en la que la universidad tiene capacidades para soportar la CI. Se consideran 23 indicadores agrupados en seis áreas con base en la rueda de Boyd Cohen, y se agregan otros con base en la propuesta de Maciá, (2014); éstos últimos se incluyen dado que, han sido utilizados en entornos universitarios (y no solo en la ciudad), y brindan más detalles de los componentes en cada dimensión.

Tabla 9: Comparación Ciudad y Universidad. Fuente: Creación propia

TABLA DE COMPARACIÓN CIUDAD Y UNIVERSIDAD					
Área – Indicador	Ciudad			Universidad	
	Existencia de políticas y/o proyectos			Capacidad	
ECONOMIA	SI		No se tiene información	Si	No
	Si, visibles y de impacto	Si, poco visible y por mejorar			
Emprendimiento	X			X	
Conexiones globales y locales		X		X	
Empresas TIC	X			X	
Eventos	X			X	
Desarrollo e Innovación	X			X	
e-commerce e-bussiness			X		X
Empleo		X		X	
GOBIERNO	SI		No, no se tiene información	Si	No
	Si, visibles y de impacto	Si, poco visible y por mejorar			

Servicios en línea		X		X	
Infraestructura		X		X	
Gobierno Abierto (Datos abiertos)		X			X
SOCIEDAD	SI		No, no se tiene información	Si	No
	Si, visibles y de impacto	Si, poco visible y por mejorar			
Educación	X			X	
Participación		X		X	
Teletrabajo		X			X
HABITAT - FORMAS DE VIDA	SI		No, no se tiene información	Si	No
	Si, visibles y de impacto	Si, poco visible y por mejorar			
Salud		X		X	
Seguridad		X		X	
Cultura y Bienestar	X			X	
MOVILIDAD	SI		No, no se tiene información	SI	NO
	Si, visibles y de impacto	Si, poco visible y por mejorar			
Transporte eficiente	X				X
Accesibilidad	X			X	
Infraestructura		X			X
MEDIO AMBIENTE	SI		No, no se tiene información	SI	No
	Si, visibles y de impacto	Si, poco visible y por mejorar			
Edificios Inteligentes		X		X	
Gestión de Recursos		X		X	
Planeamiento urbano		X		X	
Protección del Medio Ambiente			X		X

Un primer análisis corresponde a las áreas identificadas en común: Economía y los indicadores de Emprendimiento, Empresas TIC, Eventos TIC y Desarrollo e Innovación; Movilidad y los indicadores de Transporte eficiente y accesibilidad; y Sociedad y el indicador de Educación. Se concluye que las áreas que los sistemas tienen en común posibilitan que la Universidad las pueda soportar con las iniciativas y los recursos que tiene, y además sean

incorporadas en el laboratorio de CI. Los indicadores, discriminados por áreas, que no están presentes en ambos sistemas son: Economía, e-commerce e-bussiness; Infraestructura, Gobierno; datos abiertos; Sociedad, teletrabajo; Medio Ambiente, protección del medio Ambiente. De estos se puede decir, que su no existencia no indica necesariamente que estas áreas no requieren ser desarrolladas en la ciudad, al contrario, los esfuerzos deben de estar centrados en fortalecerlas. No obstante, la Universidad no posee iniciativas y capacidades en el momento para dar soporte a estos indicadores.

A partir de lo señalado en la Tabla 9, se identifica que el 95,6% de los indicadores miden características presentes en la ciudad, al existir una política, un programa o una actividad que aporta a su consolidación como CI. Se reconoce que por parte de las autoridades municipales existe interés por el fortalecimiento del sector TIC, aspecto que se ve reflejado en los proyectos Gobierno en Línea, NeuroCity, City Tech, infraestructura de internet disponible y Telecentros. Al respecto, se suma el interés de la academia y de las empresas de la ciudad, en las que en sus áreas de investigación y planeación avanzan en mejorar procesos a través de del uso las TIC y alternativas eficientes y limpias para el entorno, algunos ejemplos son: el uso de tecnologías verdes; la incorporación de las TIC en las aulas y servicios; y la realización de alianzas entre universidades, para la ejecución de proyectos tecnológicos y de innovación mediante convocatorias conjuntas, todo esto enfocado en lograr un mayor desarrollo económico y social de la región.

Para la ciudad de Manizales en su consolidación como CI se resalta el indicador Educación (dimensión Sociedad). La UNAL sede Manizales aporta junto con las otras universidades a este indicador, gracias a que se cuenta con espacios como laboratorios, bibliotecas, y al desarrollo de proyectos de los grupos de investigación. No obstante, la Universidad tiene una diferencia clave frente a las otras universidades de la ciudad: cuenta con el apoyo de las otras sedes en el país, y puede considerarse que se asimilan a microciudades conectadas. Lo anterior configura un escenario idóneo para un laboratorio de ciudad inteligente; los recursos humanos y la infraestructura de la Universidad permiten que el área sociedad y su indicador educación puedan tener primeros resultados de experimentación en un tiempo más cercano y ofrecer soluciones a corto, mediano y largo plazo para la ciudad de Manizales.

Para el caso del área en común Movilidad, hasta el momento ha sido una fortaleza para la Ciudad, dado que, en comparación con otras ciudades, los desplazamientos son cortos y el cubrimiento por el servicio de transporte público es satisfactorio. Sin embargo, teniendo en cuenta el aumento en el parque automotor de la ciudad y de la población, es necesario avanzar en soluciones que garanticen la accesibilidad y eficiencia del transporte y el cuidado del medio ambiente, haciendo uso de las posibilidades que brindan las TIC. La Universidad tiene como escenario de experimentación el servicio de intercampus, utilizado por un grupo de personas heterogéneo, y de otro lado, los estudios adelantados sobre el tema en los programas especializados ofrecidos en la sede.

El área transversal de Gobierno habilita a otras áreas de una CI, requiere de su fortalecimiento en la adquisición de infraestructura, de forma que garantice asuntos como el acceso a internet de calidad desde cualquier punto de la Universidad, y en la ciudad un aumento de las zonas wifi y un consenso en la disminución de las tarifas de internet por parte de las empresas prestadora del servicio.

Según Larios, Gomez, Mora, Maciel, & Villanueva-Rosales (2016) uno de los aspectos dentro de la ruta hacia una CI es adquirir la conciencia por parte de los ciudadanos de ser fuente de información y de utilizar la que se encuentra disponible. Además de participar junto con la academia, la industria y el gobierno de las soluciones a problemas de ciudad, utilizando como herramienta las TIC y como insumo la información que con ellas se recolecta.

Las plataformas de datos abiertos son escasas en la ciudad y nulas en la Universidad, esto impide que los ciudadanos hagan uso de este tipo de herramientas para generar soluciones de ciudad. Por tanto, entre las estrategias que debe considerar la Ciudad y la Universidad es la definición y la implementación de políticas de datos abiertos que permitan que los ciudadanos interesados puedan acceder, entender, usar y compartir datos en tiempo real que corresponden a las múltiples dimensiones de una ciudad y en segunda instancia, datos convertidos en información que permita identificar problemas de ciudad. De manera adicional, fomentar el uso de plataformas que existen a nivel nacional (www.datos.gov.co) y que contienen datos de Manizales. Lo anterior, permitiría fortalecer la dimensión de Sociedad en el indicador de Participación y así mismo soportaría el área transversal de Gobierno en el indicador de Datos Abiertos y Gobierno Abierto.

Teniendo en cuenta la revisión de los resultados del índice de Inteligencia urbana propuesta para Colombia (CCIT & Fedesarrollo, 2016), donde Manizales ocupa un nivel intermedio para las áreas de Movilidad y Calidad de vida, y los aspectos anteriormente revisados en el área de Sociedad, se concluye que se deben focalizar los esfuerzos en dichas áreas y en el caso de querer implementar un Laboratorio de CI, se puede partir de las iniciativas revisadas en este documento para la Universidad, en las áreas nombradas, y del ecosistema del laboratorio de CI. En general este apartado ofrece un panorama de capacidades y debilidades en las seis áreas, tanto de la Ciudad como de la Universidad.

4. Ecosistema base para la implementación de un laboratorio de CI para Manizales

4.1. ¿Qué es un ecosistema de laboratorio de CI?

Se considera que un ecosistema base para el laboratorio de CI comprende un conjunto de condiciones, tendencias tecnológicas, herramientas, relaciones y fases necesarias para la implementación de un laboratorio de CI en el contexto universitario. El conjunto de aspectos indicados antes requiere ser definido en términos de las características Manizales para el desarrollo de esta propuesta. En el mismo sentido, y dado que en el laboratorio se realizarán pruebas con base en las capacidades de la Universidad, su base debe ser un ecosistema que tenga en cuenta las dimensiones de Boyd Cohen, las cuales fueron consideradas en la comparación entre la ciudad de Manizales y la Universidad. Un ecosistema con estas condiciones se configura en base de un laboratorio de CI, base a su vez, de la planificación de la Ciudad y de la Universidad.

4.1.1. Enfoque del ecosistema

El enfoque y metodología, para plantear las fases del ecosistema y su funcionamiento se denomina *Desing Thinking*. Esta metodología fue planteada en la Universidad de Stanford (2009) en los años 70. Se utiliza porque permite el diseño de procesos, servicios y/o productos centrados en resolver las problemáticas de usuarios/ciudadanos; de tal manera que se tienen en cuenta necesidades reales de las personas involucradas y la retroalimentación que pueden brindar durante todo el proceso. Por su lado, Brown (citado por Pavie & Carthy, 2015) describe que esta metodología es:

Una disciplina que usa la sensibilidad y métodos de los diseñadores para hacer coincidir las necesidades de las personas con lo que es tecnológicamente factible y

con lo que una estrategia viable de negocios puede convertir en valor para el cliente, así como en una gran oportunidad para el mercado (p.1043).

La pertinencia de esta metodología se justifica no solo desde su definición, sino desde la coincidencia con los resultados de la revisión de la bibliográfica sobre laboratorios de CI, donde se encuentra que esta ha sido utilizada para el diseño de soluciones. Concretamente, la UDG justifica su uso en su laboratorio de CI porque permite centrarse en los requerimientos del usuario como uno de los aspectos principales para la consolidación de una CI.

Las fases (Figura 15) que componen esta metodología son¹: (1) empatizar, que tiene como propósito comprender al otro (usuario o ciudadano), mediante estrategias de participación y mediciones con el uso de sensores y otras fuentes de información; (2) definir, para precisar cuál es el problema o necesidad a resolver, teniendo en cuenta que sea viable su solución; (3) idear, para generar múltiples ideas y posibilidades que serán la base para crear las soluciones (4) construir prototipos, para materializar las ideas y por lo tanto visualizar las posibles soluciones y (5) evaluar, para probar los prototipos del servicio, proceso o estrategia a implementar, en la que se incluye la retroalimentación hasta ajustar la solución a la necesidad identificada.

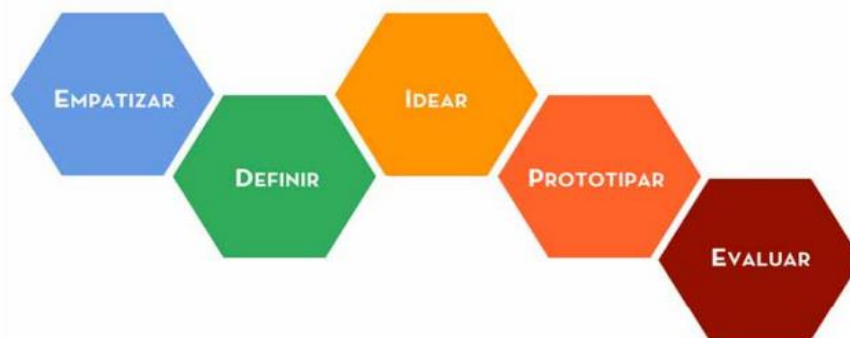


Figura 16: Proceso Design Thinking. Fuente: Plattner, 2009

En la Figura 17 se muestra el enfoque que se propone para el laboratorio teniendo en cuenta la metodología *Design Thinking*, el cual está integrado por cuatro componentes: (1) el ciudadano, (2) la universidad, (3) la ciudad y (4) la tecnología; cada uno de ellos proporciona entradas y recibe salidas del ecosistema. Las entradas y salidas convergen en soluciones que

¹ La descripción de estas fases se realiza con base a la realizada por (Plattner, 2009) y se ajustan algunos elementos en el contexto del ecosistema del laboratorio y el propósito del laboratorio de CI.

se ajustan a las necesidades reales de la ciudad, y están alineadas a la hoja de ruta local para la transformación de la ciudad convencional en CI. A continuación, se explica cada componente del enfoque:

El ciudadano

Se considera ciudadano a cualquier persona que esté dentro o fuera de la Universidad; puede ser estudiante, trabajador o empresario, por ejemplo. El ciudadano se considera el sensor más importante dentro del ecosistema, dado que manifiesta necesidades reales a través de lo que percibe y experimenta día a día. El ciudadano es 'escuchado' mediante herramientas de participación y espacios de socialización, a partir de los cuales se recopilan las necesidades que requieren ser atendidas de manera inteligente (*Smart*) en vía de mejorar su calidad de vida. Posteriormente el ciudadano, en la experimentación de las soluciones, es fuente de retroalimentación, de manera que se logre una solución que atienda a la necesidad real.

La Universidad

Tiene un conjunto de capacidades, alianzas externas con empresas y retos en diversas áreas. Su función es poner a disposición sus recursos (infraestructura, personas, dinero y espacios de socialización, por ejemplo) para experimentar las soluciones propuestas por los grupos de investigación u otros actores internos y externos de ella. La Universidad también aporta información a quienes están en la tarea de transformar la ciudad en inteligente, para eso cuenta con sensores y sistemas de información dispuestos en diferentes dependencias. Luego de la recopilación de datos e información puede analizarlos y compararlos con las necesidades del ciudadano.

Tecnologías de la información

Incluye herramientas y aplicaciones disponibles que generan servicios en el marco de las dimensiones de la CI y que hacen parte de las soluciones *Smart*; se espera que contribuyan a una mayor sostenibilidad de la ciudad y de la comunidad. Su incorporación en las soluciones deberá evaluarse con base en la disponibilidad de tecnologías que puede ofrecer la Universidad, la rentabilidad y sostenibilidad, de manera que no resulte costoso para el medio ambiente. Este componente no solo corresponde a la infraestructura tecnológica,

también incluye nuevos conceptos y paradigmas socio-tecnológicos como lo sugiere Maciá (2017), en relación con: Internet de las cosas (IoT – siglas en inglés), computación en la nube, redes semánticas (Web 3.0), domótica e inmótica, realidad aumentada y visión artificial, *machine to machine* (M2M) y agentes inteligentes. Agrega que las Tecnologías de la Información disponen de sistemas digitales conectados que conforman las Redes Inteligentes (*Smart Networks*) que permiten integrar servicios y datos para ser escalados Maciá (2017).

Ciudad

En la ruta hacia una CI deben desarrollarse iniciativas que impacten todas las dimensiones de la ciudad. También, debe reconocerse que en ella existen prioridades de inversión que son referencia para la experimentación de soluciones dentro del laboratorio de CI, dado que de resultar ser exitosas estas podrán ponerse en marcha a mayor escala. Para esto es necesario tener en cuenta las características, las políticas y la sostenibilidad de la ciudad, además de la eficiencia y rentabilidad de las soluciones acorde con las necesidades de la ciudad. Todo lo anterior se convierte en input del ecosistema, donde el principal actor que se resalta para este componente es el liderazgo por parte de gobierno en torno a las decisiones que adopte para la transformación en CI.

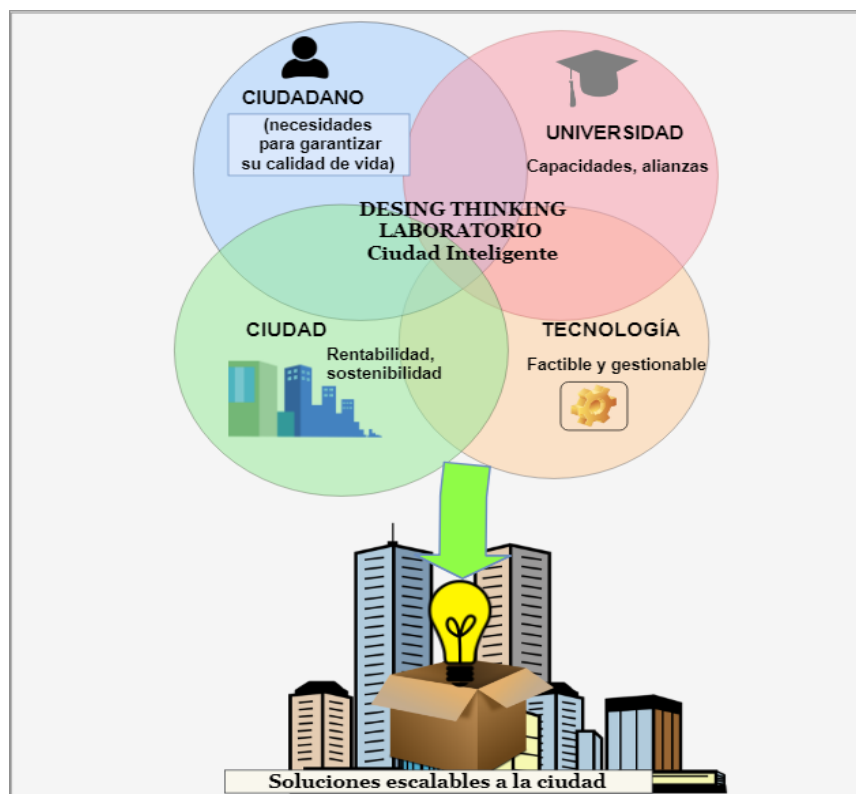


Figura 17: Enfoque Laboratorio CI. Fuente: Construcción propia con base en la definición de Thomson y adaptada al contexto del laboratorio de CI

4.2. Ubicación del ecosistema

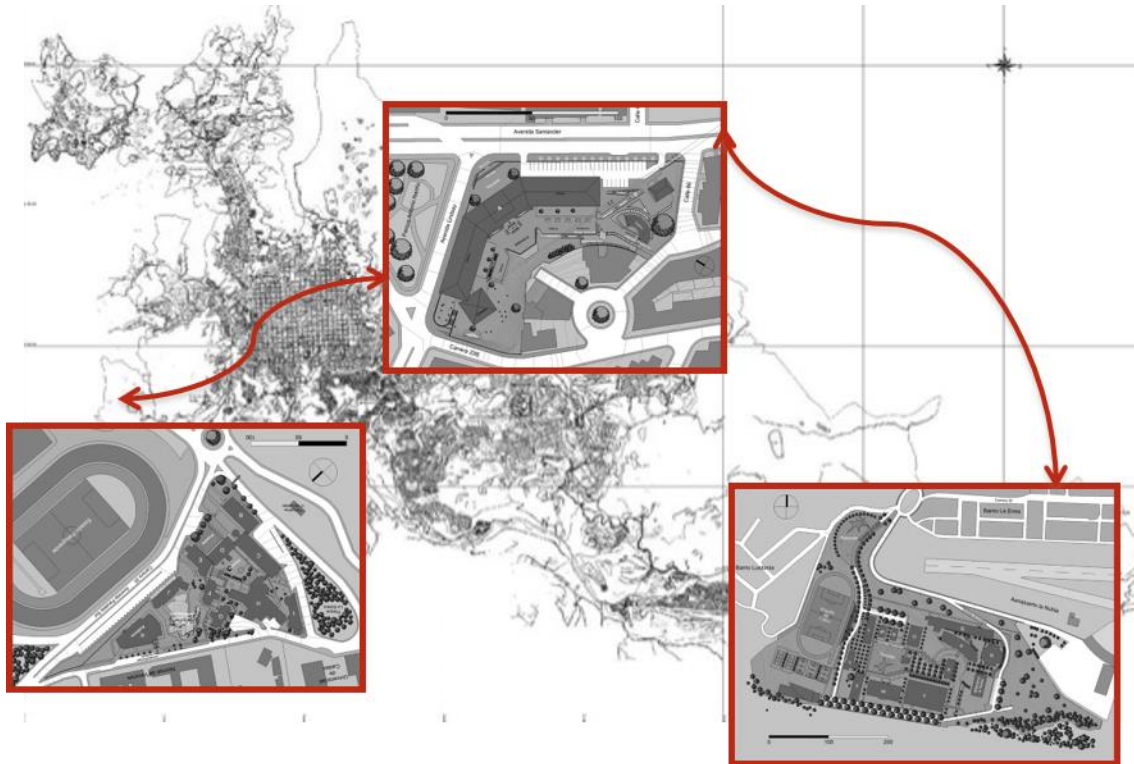


Figura 18: Conexión de las sedes donde se instalará la infraestructura tecnológica. Fuente: Creación propia con el uso de imágenes con Fuente: Mapas sede (Wikipedia, 2017) y mapa Manizales (Universidad Nacional de Colombia [UNAL], s.f.)

Se propone que el ecosistema que esté conformado por los tres campus de la Sede (Palogrande, La Nubia y El Cable). Los campus están conectados por un sistema de transporte interno, redes de comunicación y cuentan con prácticamente los mismos servicios (salud, cultura, alimentación y apoyo técnico). La anterior configuración se asemeja a espacios conectados en la ciudad; cada campus tiene un funcionamiento que se diferencia de acuerdo con la cantidad y el tipo de personas que lo utilizan, la infraestructura con la que cuenta y su relación geográfica con otros sitios de la ciudad. Lo anterior, permitiría generar métricas desde tres espacios distintos que luego puedan relacionarse. La experimentación en los tres campus al mismo tiempo permitiría cubrir diferentes dimensiones de la CI con el fin de probar diferentes soluciones.

4.3. Componentes del Ecosistema

De acuerdo con el enfoque definido para el Laboratorio de CI, la comparación de la ciudad con la Universidad y la revisión de los laboratorios de CI se propone que los componentes del ecosistema sean:

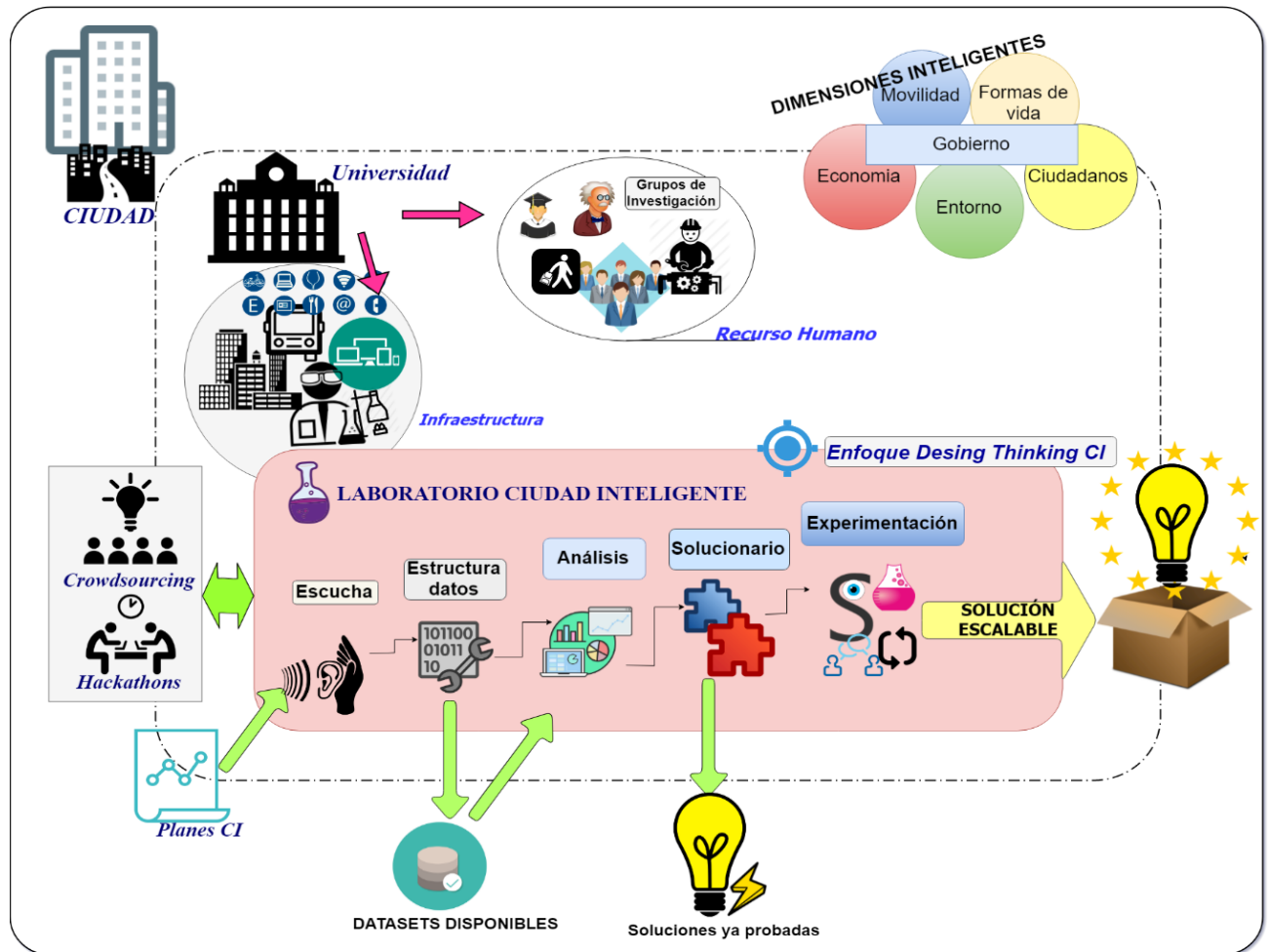


Figura 19: Ecosistema Laboratorio CI - Caso Manizales. Fuente: Construcción propia.

4.3.1. Componentes sistémicos

Este ecosistema tiene tres subsistemas principales: (i) la ciudad, que quiere convertirse en inteligente, (ii) la universidad, que alberga el laboratorio de CI, y (iii) el laboratorio en sí mismo. La universidad y la ciudad componen el contexto para el desarrollo de las iniciativas dentro del laboratorio, este último recibe información por parte del ciudadano,

incluidos los miembros de la comunidad académica, mediante procesos de participación y mecanismos de recolección de información.

La ciudad y la universidad tienen un conjunto de características específicas que se enmarcan en las dimensiones inteligentes de Cohen (movilidad, formas de vida, economía, entorno, ciudadanos y gobierno). Estas dimensiones, en un primer análisis y a la hora de implementar el laboratorio de CI, permiten conocer las capacidades y necesidades que tiene la ciudad y que puede soportar la universidad como microsistema. Además, se convierten en el punto de partida de las soluciones de interés para la ciudad y sus habitantes, aportando así a la ruta de consolidar tanto la ciudad como la universidad como inteligentes. Es por esto, que en capítulos anteriores del documento se muestran aspectos de CI de Manizales y capacidades (recursos humanos, relaciones e infraestructura) que puede soportar Universidad.

Se considera que la universidad como subsistema, al ser habilitado como espacio de experimentación de CI deberá considerar, a su vez, tres aspectos según la metodología utilizada en el proyecto *Smart University* de la Universidad de Alicante (2017) que si bien se enfoca en consolidar a una universidad como inteligente, comparte el objetivo de ser un espacio para realizar iniciativas *Smart* exportables a la ciudad (ver Figura 19): (i) ejes inteligentes: las dimensiones de la CI, (ii) fuerzas habilitadoras: las personas, la administración, el entorno, los recursos y las TI, y (iii) fuerzas restrictivas: son las regulaciones, el apoyo institucional, la financiación, los recursos implementados eficientemente y la falta de conciencia y de cultura en el uso de los servicios. El equilibrio de estos tres aspectos permite tener éxito en la implementación de un laboratorio de CI y así permitir que se experimenten un mayor número de soluciones inteligentes para la ciudad.



Figura 20: Componentes básicos Smart. Fuente: De la metodología del Libro Blanco Smart University (Maciá, 2017).

4.3.2. Componente de participación

Otro aspecto del ecosistema son los procesos de participación que facilitan que el ciudadano forme parte activa del proceso de gestión de su ciudad, es el caso de las hackathons y el crowdsourcing. Estos canales de participación han surgido como nuevas formas de colaboración en donde se da solución a problemáticas de la mano de las TIC. El crowdsourcing, afirma Daren Brabham (citado por Rubio Díaz, 2014), es un modelo online para la recolección de ideas y soluciones a problemas en donde se aprovecha la inteligencia colectiva de las comunidades online, implicándolas en las etapas de creación, diseño y prueba de la solución. En la Tabla 10 se muestra la finalidad de los tipos de crowdsourcing, el uso de estos tipos dependerá de la etapa en la que se encuentre el proceso de solución a una problemática, así:

- *Crowdfunding*: búsqueda de financiación a las iniciativas mediante convocatoria.
- *CrowdCollaboration*, *Crowdcontent* (individual) y *Crowdcasting* (grupales por recompensa): para el diseño, búsqueda de información y búsqueda de la solución en sí misma, etapa que llamaremos en el ecosistema como solucionario.
- *Crowdoopinion*: para que mientras se lleva a cabo la prueba/experimentación de la solución se recibe la retroalimentación de los usuarios.

Dentro del crowdsourcing se definen dos roles y adaptados a lo que sería un crowdworker de CI son: el usuario es el ciudadano, quien recibirá una satisfacción a una necesidad, y el crowdsourcer es aquella persona, institución sin ánimo de lucro o empresa que pone en marcha dicha iniciativa para la ciudad, desde el laboratorio de CI como primer escenario para luego ser escalada al escenario real.

Tabla 10: Finalidad de los tipos de crowdsourcing. Fuente: (Rubio Díaz, 2014)

Tipo de crowdsourcing	Finalidad
Crowdfunding	Financiación
Crowdcontent	Creación de contenido Búsqueda de contenido
Crowdcollaboration	Resolución de problemas Planteamiento de ideas
Crowdcasting	Recompensa por resolución
Crowdopinion	Conocimiento de opiniones

Las *Hackathons* “son eventos en los que las personas con diferentes perfiles (programadores informáticos, empresarios, diseñadores y vendedores, por ejemplo) colaboran para construir soluciones para un tema específico en un período de tiempo” (Alba, Avalos, Guzman, & Larios, 2016, p.1). Estos autores agregan, que estos eventos pueden ser enfocados al desarrollo inmediato de aplicaciones, videojuegos y dispositivos tecnológicos, y se apoyan en los datos abiertos ofrecidos por los gobiernos.

La Figura 21 muestra la sinergia de los eventos *Hackathons* con los living labs de acuerdo con la propuesta de Alba, Avalos, Guzman, & Larios (2016) implementada en la UDG; quienes proponen una metodología para el desarrollo de *hackathons* de Ciudades Inteligentes, afirmando que éstas facilitan y aceleran el proceso de innovación.

En las *hackathons* se proponen problemas de ciudad para generación de soluciones de Ciudades Inteligentes, con la característica que pueden ser implementadas a corto plazo. El laboratorio entra a actuar de dos formas con las *hackathons*: una para probar la viabilidad de esas soluciones dentro de la universidad llevándolas a una menor escala y luego

entregarlas refinadas a la ciudad; y otra, como promotora y guía de la idea de solución a quienes la hayan propuesto para que sigan alimentando esa solución.



Figura 21: La sinergia entre la 'Smarsegt Cities Hackathons" y Living Labs como un facilitador de la innovación Fuente: (Alba et al., 2016)

4.3.3. Componente Políticas y planes de CI – Gobierno como eje transversal

Desde el inicio de la implementación del laboratorio hasta el desarrollo de las iniciativas y proyectos que desean experimentar dentro de éste, es necesario que desde la universidad exista una visión hacia los planes de desarrollo de la ciudad, de manera que haya una concordancia entre lo que se planea hacer desde los entes gubernamentales y lo que se experimenta en el laboratorio. En esa perspectiva, desde la universidad se debe impulsar un plan maestro de CI para la transformación de una ciudad convencional en una CI, como una guía o una hoja de ruta para la academia y la empresa, ajustado a las necesidades de la ciudadanía como lo estipula la metodología *Desing Thinking*.

Para elaboración del plan maestro se sugiere aprovechar de guías, documentos y planes como: el plan maestro 'Ciudad Creativa Digital de la Ciudad de Guadalajara' (Guadalajara Ciudad Creativa Digital, 2012), 'Ruta hacia las Smart Cities. Migrando de una gestión tradicional a la ciudad inteligente' Alba, Avalos, Guzman, & Larios (2016), 'Ensamblando Ciudades Inteligentes' (Ruiz, Maximino Matus; Ramirez, 2013), 'Smart City: hacia la gestión inteligente' (Colado, Sergio; Gutierrez & Vives, Carlos; Valencia, 2014) y 'Ciudades Inteligentes: oportunidades para generar soluciones sostenibles' (Moreno Herrera

& Gutierrez Sanchez, 2012). Estos textos hacen referencia tanto a la ruta como a casos de éxito de Ciudades Inteligentes.

Algunos de los componentes que debe contener el plan maestro que se sugiere elaborar son: diagnóstico de ciudad, identificación de prioridades, estrategias para cada dimensión, fases para llevar a la ciudad hacia una CI y sostenible, presupuesto, alianzas, formas de cooperación y proyectos catalizadores.

Adquiere relevancia, dentro de la viabilidad de la implementación de este laboratorio, la existencia de una política y un plan estratégico en la universidad que tenga presente su actuación como catalizador en la ruta hacia una CI, y que aporte además a la consolidación de la universidad misma como inteligente. Es este un factor habilitador, quizás el primero a considerar, para viabilizar el recurso financiero y humano, en la implementación del laboratorio de CI dentro de la universidad, como un garante en la participación e inclusión de intereses de quienes dirigen la universidad y la ciudad.

4.3.4. Componente Información disponible – Datos abiertos

Dentro de los laboratorios revisados los datos abiertos son un tema en común, que según la Ley de Transparencia y Acceso a la información de los datos abiertos (citado por MINTIC, 2016) son:

todos aquellos datos primarios o sin procesar, que se encuentran en formatos estándar e interoperables que facilitan su acceso y reutilización, los cuales están bajo la custodia de las entidades públicas o privadas que cumplen con funciones públicas y que son puestos a disposición de cualquier ciudadano, de forma libre y sin restricciones, con el fin de que terceros puedan reutilizarlos y crear servicios derivados de los mismos (p. 6).

Los datos abiertos son valiosos porque permiten: la transparencia, el control social y el empoderamiento, al brindarle a las personas tener un rol más activo en la sociedad; mejorar o crear productos, servicios y modelos de negocios innovadores; medir el impacto de políticas, nuevos conocimientos a partir de fuentes datos combinadas; generar patrones en grandes volúmenes de datos y la toma de decisiones en lo público y en lo privado (MINTIC, 2016).

En la Figura 22 se muestra la cadena de valor de los datos abiertos en cuatro elementos, que dentro del ecosistema se consideran como los escenarios en los que se involucran; estos son: (i) las fuentes, con origen de organizaciones públicas o privadas; (ii) esquemas legales, que permiten la reutilización de los datos; (iii) infomediarios, creadores de productos y servicios basados en los datos, que pueden generar otro conjunto de datos; (iv) usuarios, o ciudadanos, que hacen uso de los datos y de los productos como parte de su negocio.



Figura 22: Cadena de Valor del Open Data. Fuente:(Abella, 2011)

Es en este marco, que se considera que otro factor habilitador del ecosistema, es complementar las políticas y planes gubernamentales y de la universidad, con proyectos de datos abiertos que decididamente le apuesten a la consolidación de una plataforma para este insumo, como un proyecto alineado al modelo de datos abiertos de Colombia. Donde se incentive y se capacite en el uso de los datos, en concordancia con los principios que los rigen: primarios, accesibles, completos, no propietarios, oportunos y actualizados, procesables por máquinas, licenciados de forma abierta, no discriminados, oportunos y actualizados (MINTIC, 2016).

Es importante además que los datos abiertos estén categorizados en las dimensiones de la CI que propone Boyd Cohen (2014), lo que permite una medición más rigurosa y organizada del impacto de acciones sobre diferentes áreas de la ciudad para así medir su avance como CI.

La disposición de datos abiertos dentro del ecosistema es un elemento de entrada y salida en la implementación del laboratorio de CI, dado que dentro y fuera de este se generan *datasets* (conjunto de datos) que serán el insumo para la identificación de patrones de comportamiento y de problemas en todas las dimensiones en los que estén disponibles aquellos datos. Además, como un banco de datos, permite mejorar o crear productos, servicios y modelos de negocios innovadores a partir de la experimentación dentro del laboratorio.

4.4. Fases del subsistema - Laboratorio de CI

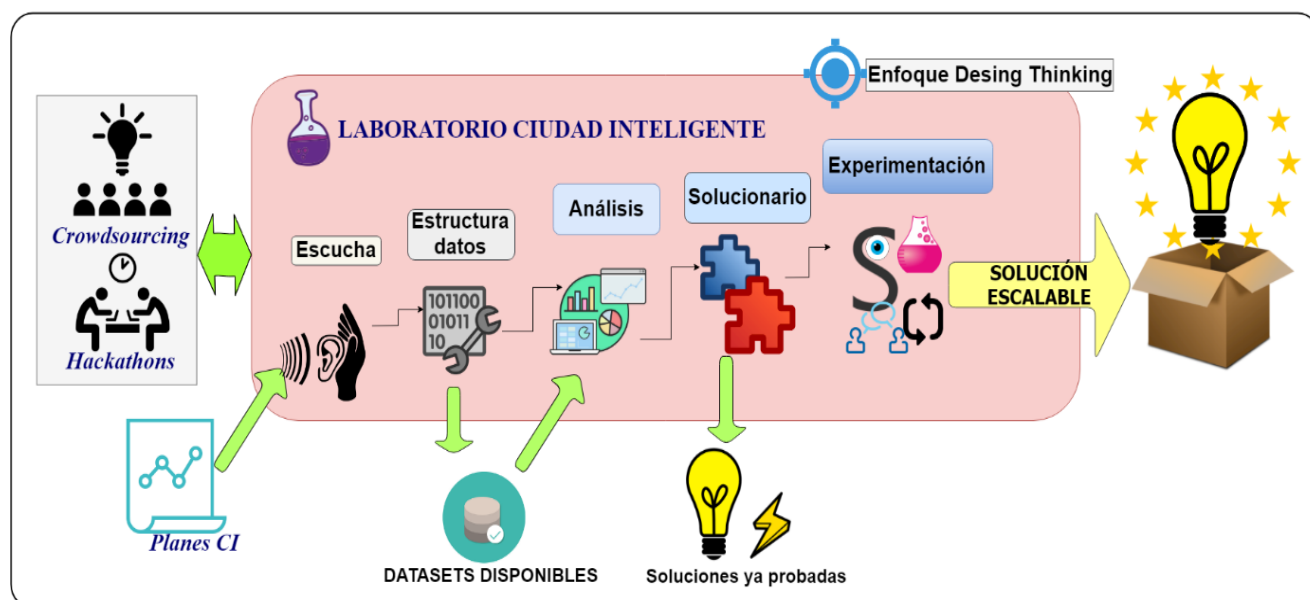


Figura 23: Fases del subsistema - Laboratorio de CI. Fuente: Construcción propia

El ecosistema (ver Figura 23) considera cinco fases para el funcionamiento del laboratorio de CI: **escucha, limpieza y estructuración de datos, análisis de datos, solucionario, y experimentación.** Estas fases también pueden ser tomadas como el nivel de madurez del laboratorio, dado que podrán existir laboratorios que no las desarrollen en su totalidad.

4.4.1. Escucha



Entrada: Datos de los diferentes canales y fuentes.

Salida: Conjuntos de datos estructurado y no estructurados.

Descripción: Esta fase incluye todos los canales que permiten recopilar diferente tipo de información en el marco de las dimensiones de CI, para identificar posteriormente lo que sucede, identificar patrones de comportamiento y qué se requiere solucionar, pero en el microsistema de la universidad. Las **entradas** o fuentes para esta fase son:

- Todo lo construido en espacios de participación como el *crowdsourcing* y las *hackathons*.
- La visión del CI de la ciudad de Manizales estipulada en el plan de CI.
- Conjuntos de datos disponibles de entidades públicas y privadas adentro y fuera de la Universidad.
- Información recolectada por sensores tecnológicos (seguridad, de presencia, de precisión, de posición, de temperatura, de presión, de luminosidad, de acceso, etc.), estaciones de diferente tipo (meteorológicas, del aire, hídricas), Smartphone (captura de datos urbanos), que están al acceso de la universidad. Estos sensores podrán estar integrados para recolectar información más amplia de lo que se mide (problemáticas/situación), a esta integración se le conoce como Internet de las Cosas (*IoT*).
- Investigaciones de los grupos y semilleros de investigaciones de la universidad en torno a temas de Ciudad.

4.4.2. Estructuración y tratamiento de datos



Entrada: Información recolectada en la primera fase.

Salida: *datasets* con información estructurada, *data warehouse*, visualización de datos con geolocalización.

Descripción: La información recolectada en la primera fase, requiere ser gestionada de manera que pueda ser usada. Para esto, es necesario usar “herramientas que faciliten el tratamiento: extracción, homogenización y almacenamiento en estructuras de fácil acceso” (Fundación Telefónica, 2011, p.62), como lo son los almacenes de datos o *data warehouse*¹.

La Fundación Telefónica (2011) sugiere que en el diseño de estos almacenes de datos para CI se tengan en cuenta dos características: la gestión de grandes volúmenes de datos en tiempo real y la necesidad de la geolocalización de la información. Agrega que la geolocalización de la información permite “modelar toda la complejidad de la ciudad [y universidad]..., no solamente con un alto desempeño en consultas multidimensionales sino además con una visualización espacial de los datos”.

De manera que, en esta fase la información es clasificada y estructurada con dos objetivos, el primero, conformar los *data warehouse* y disponerlos *datasets* a los interesados; y el segundo ser una entrada para la etapa de análisis. En el caso de requerir una nueva recolección de datos por falta de completitud es necesario solicitarla a la anterior fase.

¹ Un *data warehouse* consiste en un repositorio que almacena una amplia colección de datos de manera integrada y no volátil en el tiempo, diseñada para favorecer el análisis y la divulgación eficiente de datos y que por lo tanto ayuda a la toma de decisiones (Fundación Telefónica, 2011).

4.4.3. Análisis de los datos e información



Entrada: *datasets* con información estructurada, *data warehouse*, visualización de datos con geolocalización.

Salida: Necesidades a satisfacer y problemáticas a resolver, como patrones de consumo no deseables, con las características que son viables y sostenibles llevarlas a cabo en la siguiente fase y la ciudad.

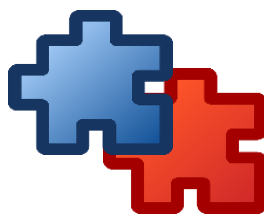
Descripción: Esta fase está estrechamente enlazada a la anterior, puesto que, al ocuparse del análisis de la información comparte diferentes técnicas y modelos de explotación y tratamiento de los datos. Dentro de estas técnicas se encuentran la minería de datos¹ y el *Big Data*², que permiten extraer conocimiento y determinar dentro del laboratorio aspectos como: patrones de comportamiento y consumo, necesidades a satisfacer con prioridad, raíz de problemáticas ya identificadas, ideas para la generación de servicios de CI, relaciones entre datos y predicciones.

En esta fase, se incluye el análisis de pre-factibilidad, para aquellas soluciones y datos estructurados que vienen del exterior por ejemplo de empresas, organizaciones o grupos de investigación; que quieren ser probadas y analizadas en el laboratorio de CI. Esta particularidad se da, porque no es posible dar paso a una experimentación que no puede ser soportada por la Universidad o que su foco no sea resolver una necesidad de la ciudad. Así mismo, se incluye el análisis coste/beneficio para la ciudad de aquella solución, en caso de resultar beneficiosa será entregada en la siguiente fase.

¹ La minería de datos permite la extracción de conocimientos de grandes bases de datos en forma estructuras o patrones haciendo uso por ejemplo de la inteligencia artificial y las matemáticas discretas Maciá (2017).

² El Big Data son el conjunto de técnicas y modelos utilizados para el tratamiento de datos no convencionales que no pueden ser tratados con las técnicas tradicionales y por el volumen de datos que se contemplan, la principal fuente de gran volumen de datos es IoT, al estar conectados en tiempo real sensores entre sí a la internet Maciá (2017).

4.4.4.Solucionario



Entradas: Necesidades, problemáticas, ideas y prototipos externos viables.

Salidas: Solución diseñada para ser probada y soluciones ya disponibles

Descripción: los objetivos de esta fase se centran en primero, identificar soluciones y en segunda instancia en diseñarlas. En primera instancia, una vez se tenga una necesidad o idea se hace una búsqueda soluciones o implementaciones existentes y ya probadas, en el caso de existir se genera una salida llamada “Soluciones ya probadas”. En el caso contrario, se procede al diseño de la solución, para lo cual se hará uso de los canales de participación del ecosistema, de las capacidades de los grupos de investigación, de los docentes, empresas y del resto de fuerzas de generadoras de conocimiento a interior de la Universidad. En esta fase se realiza el análisis de requerimientos que incluirá las características en detalle del escenario en donde se deberá experimentar dicha solución.

4.4.5.Experimentación



Entradas: Análisis de requerimientos con cada experimento.

Salida: Solución/iniciativa probada, soluciones no exitosas.

Descripción: En esta fase se lleva a cabo las pruebas de las posibles soluciones, o segmentos de una solución macro a una problemática de ciudad. Para esto, en primera instancia se ubica el experimento su principal dimensión CI, dentro de esta fase se incluirán experimentos sociales, implementaciones de tecnologías y sistemas de información,

sensorización, innovación de procesos en las empresas públicas y privadas, y otros tipos de experimentos necesario para desarrollar las dimensiones de CI.

Segundo, según los requerimientos se diseña cada escenario de experimentación, esto indica que se tendrá un entorno lo suficientemente representativo con condiciones que se aproximan a las condiciones existentes en un entorno real, y que en el caso de requerirse se incluirán actores externos a la universidad. Esta etapa también incluye la gestión de recursos para llevar a cabo el experimento y estadísticas sobre los resultados, su viabilidad y por tanto escalabilidad en la ciudad.

No obstante, aunque el escenario de experimentación sea relevante, puede haber experimentos que no resulten exitosos, por lo cual se deben revisar las fases previas. Estas situaciones permiten construir la historia del Laboratorio y una red de experimentos que se entrena, a la manera de una red neuronal.

Tercero, se realiza la retroalimentación del ciudadano y se habilitan de nuevo los canales de participación, enfocados a usuarios finales. Una vez se ajuste las soluciones podrán ser escaladas a la ciudad. Después de esto, esta solución podrá o no ser adoptada por la Universidad.

Para la fase solucionario y de análisis, se propone la utilización del método de niveles de madurez de la tecnología (*Technology readiness level*¹) diseñado por la NASA (citado por Quintana, 2016). En este método se establece el nivel de madurez de los experimentos en el laboratorio (una idea, un proyecto o un producto tecnológico) y así indicar que tan preparada está la solución para ser puesta en marcha en la universidad y su escalamiento a la ciudad. Los niveles de este método², adaptados al ecosistema del laboratorio de CI se muestra en la Figura 24.

¹ Más información https://en.wikipedia.org/wiki/Technology_readiness_level L.

² La descripción de los niveles tiene como fuente a (Quintana, 2016) y se incluyen elementos para su adaptación dentro del contexto del laboratorio de CI.

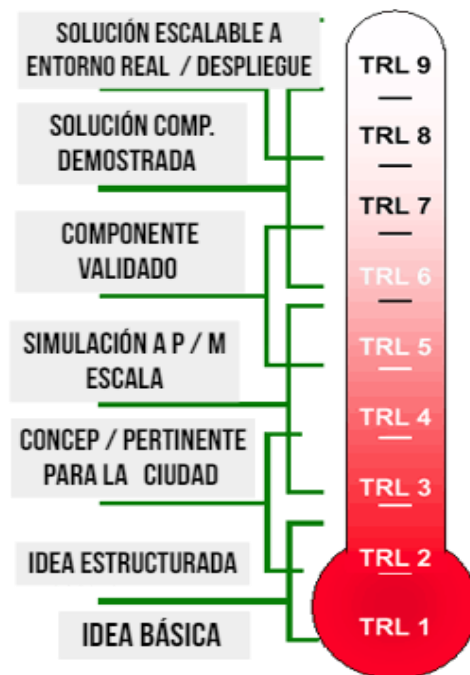


Figura 24: Escala de madurez para laboratorio de CI. Construcción propia basada en el método Technology readiness level de la Nasa (citado por Quintana, 2016)

4.4.6. Solución escalable

Es esta fase la solución ya se encuentra refinada para ser escalada a la ciudad presentada a la entidad de su interés, donde se le ha de entregar los casos de prueba realizados y bajo qué condiciones resulto exitosa dentro de la universidad y el por qué resulta beneficiosa para la ciudad.

4.5. Conclusiones y recomendaciones

La revisión de los conceptos CI y Universidad Inteligente arrojó múltiples acepciones y definiciones que han ido evolucionando y alimentándose del entorno cultural, económico y tecnológico. Lo anterior refleja un concepto que ha tenido cambios importantes y permanentes, en coherencia con lo que su naturaleza misma propone. Para el desarrollo de esta propuesta se consideró una definición que incluye las TIC, el gobierno eficiente, el aprovechamiento de los recursos y la mejora de la calidad de vida.

Por su parte, el concepto de Universidad Inteligente no cuenta con tantas referencias como el de Ciudad Inteligente. Pero si, existen proyectos que acuñan el concepto, en los que se adopta infraestructura tecnológica para la mejora de áreas específicas como la salud, edificios inteligentes y educación. No obstante, UA - *Smart University* y el Living Lab de la Universidad de Guadalajara, brindan una mirada holística de proyectos que buscan impactar el contexto general de su universidad.

El modelo de referencia de Boyd Cohen (2014) junto con el proyecto *Smart University* (Maciá, 2017) utilizados para la revisión de Manizales y la Universidad, describen de manera sencilla y detallada los elementos e indicadores base de una CI y una Universidad Inteligente. En el modelo se indica que en el camino hacía una CI se requiere de varios aspectos, entre los cuales se destaca el trabajo holístico en las seis dimensiones de CI; se plantea como eje transversal la dimensión Gobierno.

En este trabajo se hace una revisión de los conceptos y descripciones de los laboratorios de Ciudad Inteligente, y en especial resalta los ubicados en un microsistema (universidad) representativo para una ciudad. Se puede indicar que en los últimos años se han desarrollado proyectos que comparten la idea de tener un lugar de experimentación a menor escala para probar, adoptar y retroalimentar iniciativas de CI. Seguido de esta revisión se define un ecosistema base para estos espacios, que permite tener un panorama de las condiciones, relaciones, recursos y factores habilitadores a tener en cuenta para la implementación de un laboratorio de CI. Diseño que se realiza en el contexto de la revisión de las capacidades de la Universidad como dicho espacio donde albergara el laboratorio.

El ecosistema diseñado, se enfoca en el usuario como gestor activo de su ciudad, y en la participación del resto de quienes conforman la cuádruple hélice. Resalta factores habilitadores como el papel transversal catalizador del gobierno, la existencia de un plan maestro de CI, políticas y plataformas de datos abiertos. El ecosistema deberá ser complementado con otros aspectos propios que corresponderán a la actualidad de la implementación del Laboratorio de CI en la Universidad. Este ecosistema fue diseñado para Manizales y la UNAL – sede Manizales, pero puede ser ajustado a otras universidades, dado que de manera lógica entre ciudades y universidades existen elementos comunes como ciudadanos, recursos por optimizar y tecnologías.

Se considera que los laboratorios de CI permiten contribuir al proceso de consolidación de la universidad que los alberga en Universidad Inteligente. Este proceso de consolidación simultáneamente, permite a la ciudad consolidarse como CI, siguiendo el mismo enfoque de ser un escenario referente para ciudad, en el que se llevan a cabo soluciones *Smart*. Sin embargo, este proceso debe ir más allá de la adquisición de infraestructura tecnológica y concentrarse en habilitar canales de interacción y colaboración para quienes hacen parte de la universidad.

A la luz del análisis hecho al material sobre los laboratorios de CI, se puede decir que ni la Universidad Nacional de Colombia sede Manizales ni la Ciudad de Manizales se puede considerar en este momento espacios inteligentes, y por lo tanto aún no se encuentran preparadas para la implementación de un Laboratorio de CI:

- Aunque la Universidad cuenta con los recursos para ejecutar un proyecto de Laboratorio Inteligente, no considera entre sus metas a corto ni a largo plazo consolidarse como Universidad Inteligente o tener un espacio de experimentación en este sentido. Se suma a lo anterior, las pocas iniciativas por parte de los grupos de investigación en temas de ciudades inteligentes.
- La ciudad de Manizales no ha elaborado un plan de ciudad inteligente, en tal sentido el uso del ecosistema definido y de un laboratorio para lograr su propósito, no sería efectivo en tanto no se ha establecido un norte. Sumado a lo anterior, deben adelantarse programas de concientización para los ciudadanos de los retos que se

tienen en este sentido y de la importancia de contar con una herramienta de experimentación y planificación de una ciudad.

Se sugiere, que con base en el diseño del ecosistema que en este documento se presenta, se adelanten proyectos para:

- Además de proponer la metodología *Desing Thinking* como plataforma básica e inicial del ecosistema, se sugiere la utilización de otros estándares para la implementación de la infraestructura tecnológica. Estos estándares se enfocan en la interoperabilidad de las soluciones de CI; para la conexión entre plataformas tecnológicas, dispositivos y sistemas informáticos. El *Open Geospatial Consortium* (OGC) como una “organización internacional sin fines de lucro comprometidos con la elaboración de estándares abiertos de calidad para la comunidad geoespacial global” (OGC, 2018, párr.1) pone a disposición documentos técnicos que detallan las interfaces o codificaciones para interconectar productos desarrollados diferentes partes del mundo. Algunos de los estándares que presentan son:
 - a. Estándar de lenguaje de Marcado de Realidad Aumentada.
 - b. *3D Service Standard* para la entrega de contenido digital en 3D.
 - c. CityGML como un modelo de datos abierto con formato basado en XML para el almacenamiento y el intercambio de modelos virtuales de ciudades en 3D.
 - d. Web Map Service que da las especificaciones de implementación del servicio de mapas web.
 - e. Estándar para interconexión abierta geoespacial y unificada para interconectar dispositivos, datos y aplicaciones de Internet de las Cosas.

Se sugiere el desarrollo de nuevos proyectos a nivel de posgrado que apliquen estándares como los mencionados que permitan avanzar en el proceso de implementación de infraestructura tecnológica de la CI.

- La implementación de un laboratorio de CI para la Manizales. Los proyectos deben analizar y proponer aspectos técnicos, de funcionamiento y financieros, a acorde con la hoja de ruta de la ciudad de Manizales.
- El análisis del nivel de madurez de los laboratorios de CI revisados con base en la adaptación realizada del método *Technology readiness level* (Figura 24), este análisis

permite conocer hasta que etapa están soportando los laboratorios los experimentos e iniciativas de CI, y a su vez que tanto se está escalándose a la ciudad, para luego medir el impacto de estos espacios.

- El diseño e implementación de una red de laboratorios de CI que apoyen a ciudades con características similares, de tal manera que se ahorren y compartan esfuerzos en la solución de las problemáticas de la ciudad.

5. Bibliografía

- Abella, A. (2011). Reutilización de información pública y privada en España. *Rooter Analysis SL*. Madrid: Rooter Analysis S.L. Retrieved from <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Reutilizacion+de+informacion+publica+y+privada+en+Espana#0>
- Agencia de Noticias EFE. (2017). Colombia alcanza un 67 % de cobertura en internet, según encuesta TIC. Retrieved February 22, 2018, from <http://www.wradio.com.co/noticias/economia/colombia-alcanza-un-67--de-cobertura-en-internet-segun-encuesta-tic/20170823/nota/3557964.aspx>
- Agencia de Noticias UN. (2016). Vigilancia tecnológica desde la U.N. Sede Manizales. Retrieved February 3, 2018, from <http://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/article/vigilancia-tecnologica-desde-la-un-sede-manizales.html>
- Agencia de Noticias UN. (2017). Bogotá, capital de datos abiertos. Retrieved October 10, 2017, from <http://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/article/bogota-capital-de-datos-abiertos.html>
- Agencia de Noticias UN. (2016). Inician obras del nuevo Bloque S de la U.N. Sede Manizales. Retrieved September 29, 2016, from <http://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/article/inician-obras-del-nuevo-bloque-s-de-la-un-sede-manizales.html>
- Aguilar, L. J. (2009). Ecosistema Digital De Desarrollo Para La Ciudad-Región De Manizales Y Caldas, 22–32.
- Alba, M., Avalos, M., Guzman, C., & Larios, V. M. (2016). Synergy between smart cities' hackathons and living labs as a vehicle for accelerating tangible innovations on cities. *IEEE 2nd International Smart Cities Conference: Improving the Citizens Quality of Life, ISC2 2016 - Proceedings*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ISC2.2016.7580877>

- Alcaldía de Manizales. (2016a). *Movilidad y Transporte, pilares del desarrollo sostenible*. Manizales: Alcaldía de Manizales. Retrieved from www.alcaldiamanizales.gov.co
- Alcaldía de Manizales. (2016b). Plan de Desarrollo Municipal (2016-2019). Manizales: Alcaldía de Manizales. Retrieved from <http://manizalescomovamos.org/wp-content/uploads/2016/03/Borrador-Plan-de-Desarrollo-Territorial-2016-2019.pdf>
- Amar, D. (2016). Estudios de casos internacionales de ciudades inteligentes. *Banco Interamericano de Desarrollo*, 1–72. <https://doi.org/10.18235/0000406>
- Ayuntamiento de Alcoy. (2014). La Universidad Politécnica de Valencia y el Ayuntamiento de Alcoy crean la cátedra de empresa Smart City. Retrieved January 1, 2018, from https://www.alcoi.org/es/portada/noticias/noticia_0476.html
- Ayuntamiento de Alcoy. (2017). Diagnóstico estratégico del Municipio de Alcoy. Retrieved February 13, 2018, from <https://smartcity-alcoi.com/documentacion/>
- Ayuntamiento de San Vicente de Raspeig. (2017). Acerca de San Vicente. Retrieved from <http://www.raspeig.es/la-ciudad-y-sus-rincones/>
- Benamrou, B., Mohamed, B., & Bernoussi, A. (2016). Ranking models of Smart Cities, 872–879. <https://doi.org/10.1109/CIST.2016.7805011>
- Bhubaneswar Municipal Corporation - BMC. (2016). Smart City Lab. Retrieved April 25, 2016, from <http://www.smartcitybhubaneswar.gov.in/smartcityLab>
- Bienestar Universitario Sede Manizales. (2017). Bienestar Universitario Sede Manizales: Salud, Actividad Física y Deportes y Acompañamiento integral.
- Bouskela, M., Casseb, M., Bassi, S., De Luca, C., & Facchina, M. (2016). La ruta hacia las Smart Cities. Migrando de una gestión tradicional a la ciudad inteligente. *Biblioteca Felipe Herrera Del Banco Interamericano de Desarrollo*, (IDB-MG-454), 454. <https://doi.org/10.18235/0000377>
- Cable Aéreo Manizales. (2017). Cable Aéreo Manizales. Retrieved September 15, 2017, from <http://cableaereomanizales.gov.co/>
- Cagnot, S. (2016). Smart City Living Lab. Retrieved April 27, 2016, from <http://www.openlivinglabs.eu/livinglab/smart-city-living-lab>
- Cámara de Comercio de Manizales - CCM. (2016). *Informe Económico de Manizales y Caldas 2016*. Manizales. Retrieved from

http://www.ccmipc.org.co/ccm/contenidos/49/Informe_Economico_2016.pdf

Cámara de Comercio de Manizales - CCM. (2018). Proyectos de Gestión e Innovación.

Retrieved March 30, 2017, from <http://www.ccmipc.org.co/contenidos/41/Proyectos-de-Gestión-de-Innovación->

Caragliu, A., Bo, C. D., Kourtit, K., & Nijkamp, P. (2015). Smart Cities: Transformación digital de las ciudades. In J. D. Wright (Ed.), *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences (Second Edition)* (Second Ed, pp. 113–117). Oxford: Elsevier.

<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-08-097086-8.74017-7>

Cardona, M., Zuluaga, J. D., & Escobar, D. A. (2017). Análisis de la red de ciclo-rutas de Manizales (Colombia) a partir de criterios de accesibilidad territorial urbana y cobertura de estratos socioeconómicos. *Revista Espacios*, 38(28), 10.

Cardona, O. (2017). Manizales ya cuenta con sistema de cebras inteligentes. Retrieved September 20, 2017, from http://www.ciudadregion.com/manizales/manizales-ya-cuenta-sistema-cebras-inteligentes_1495546155

CCIT & Fedesarrollo. (2016). ¿Qué tan inteligentes son las ciudades Colombianas? Bogota: Cámara Colombiana de Informática y Telecomunicaciones. Retrieved from <http://www.ccit.org.co/estudios/tan-inteligentes-las-ciudades-colombianas/>

Ceballos, G. R., & Larios, V. M. (2016). A model to promote citizen driven government in a smart city: Use case at GDL smart city. *IEEE 2nd International Smart Cities Conference: Improving the Citizens Quality of Life, ISC2 2016 - Proceedings*. <https://doi.org/10.1109/ISC2.2016.7580873>

Centro de Bioinformática y Biología Computacional - BIOS. (2012). Centro de Bioinformática y Biología Computacional. Retrieved September 29, 2017, from <http://www.bios.co/>

Centro de I+D+I de la Universidad Politecnica de Madrid - CeDInt - UPM. (2018). Cyber-Physical Systems Engineering Labs. Retrieved July 23, 2018, from <https://www.cedint.upm.es/es/proyecto/cpse-labs>

Centro de Innovación del-Sector Público de PwC, & IE-Business-School. (2015). *Smart Cities: Transformación digital de las ciudades. International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences (Second Edition)*. Centro de Innovación del Sector Público de PwC e IE Business Sch. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-08-097086-8.74017-7>

Claro Colombia. (2018). Cobertura Soluciones Móviles. Retrieved July 31, 2018, from

<https://www.claro.com.co/personas/soporte/mapas-de-cobertura/>

Cocchia, A. (2014). Smart and Digital City: A Systematic Literature Review. In *Smart city* (pp. 14–43). <https://doi.org/10.1007/978-3-319-06160-3>

Coccoli, M., Guercio, A., Maresca, P., & Stanganelli, L. (2014). Smarter universities: A vision for the fast changing digital era. *Journal of Visual Languages & Computing*, 25(6), 1003–1011. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.jvlc.2014.09.007>

Cohen, B. (2014). Es clave mejorar la calidad de vida de las ciudades. Retrieved December 8, 2017, from <http://www.emb.cl/construccion/articulo.mvc?xid=3030&edi=145&xit=boyd-cohen-phd-en-urbanismo-y-smart-cities-es-clave-mejorar-la-calidad-de-vida-de-las-ciudades>

Colado, Sergio; Gutierrez, A., & Vives, Carlos; Valencia, E. (2014). *Smart City, hacia la gestion inteligente* (Alfaomega,). Retrieved from <https://www.alfaomega.com.co/smart-city-hacia-la-gestion-inteligente.html>

Correia-Carballo, C. (2017). Herramienta de diagnóstico para evaluar Smart Cities. *Comunicación Presentada Al II Congreso Ciudades Inteligentes*. Retrieved from <https://www.esmartcity.es/comunicaciones/herramienta-diagnostico-evaluar-smart-cities>

Cuartas, E. (2017). Este es el estado de las redes 4g en Colombia. Retrieved July 20, 2018, from <http://www.enter.co/cultura-digital/colombia-digital/redes-4g-en-colombia-2017/>

Cyber Physical Systems Engineering - CPSE. (2016a). CPS Engineering Labs. Comisión Europea. Retrieved from http://ec.europa.eu/information_society/newsroom/image/document/2016-26/1000_-_cpse_labs_-_holger_pfeifer_16284.pdf

Cyber Physical Systems Engineering - CPSE. (2016b). CPSE LABS. Retrieved April 11, 2017, from <http://www.cpse-labs.eu/downloads.php>

Datos Abiertos Gobierno Digital Colombia. (2018). Opcion descubre palabra de busqueda "Manizales." Retrieved July 31, 2018, from <https://www.datos.gov.co/browse?q=manizales&sortBy=relevance>

Departamento Administrativo de Ciencia y Tecnología e Innovación - Colciencias. (2017). *Publicación de resultados finales de la convocatoria 781 de 2017*. Retrieved from <http://www.colciencias.gov.co/convocatorias/investigacion/convocatoria-nacional-para-el-reconocimiento-y-medicion-grupos>

- Dirección de Investigación y Extensión Sede Manizales - DIMA. (2016). Convocatoria Colciencias 2016. Retrieved July 28, 2017, from <http://investigacion.manizales.unal.edu.co/colciencias-2016/>
- Dirección de Relaciones Exteriores -DRE. (2017). 2017-12-14 - *Convenios*. Manizales. Retrieved from <http://www.dre.unal.edu.co/nc/es/convenios.html>
- Dirección Nacional de Extensión Innovación y Propiedad Intelectual - DNEIPI. (2017). Extensión Solidaria. Retrieved from <http://extension.unal.edu.co/servicios/servicios-a-la-comunidad/extension-solidaria/>
- Eje21. (2017). Manizales se convierte en Ciudad Inteligente y Sostenible. Retrieved September 23, 2017, from <http://www.eje21.com.co/2017/08/manizales-se-convierte-en-una-ciudad-inteligente-y-sostenible/>
- El Tiempo. (2018). En Manizales volvieron a rodar las bicicletas públicas. *Página Oficial El Tiempo*. Retrieved from <http://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/regresaron-las-bicicletas-publicas-en-la-ciudad-de-manizales-179758>
- Escobar, G. D. (2016). Presentación Samoga 2001-2015. Universidad Nacional de Colombia. Retrieved from <http://www.bdigital.unal.edu.co/51428/1/Samoga20012015.pdf>
- Escobar, N. (2017, February 14). En Manizales aumenta más la cifra de Vehículos que la de habitantes. *Eje21*, pp. 1–9. Retrieved from <http://www.eje21.com.co/2017/02/en-manizales-aumenta-mas-la-cifra-de-vehiculos-que-la-de-habitantes/>
- Fernandez, M. (2016, September 3). San Vicente del Raspeig, una ciudad de servicios y comercio. *Diario Información*. Retrieved from <http://www.diarioinformacion.com/alacanti/2016/03/06/ciudad-servicios-comercio/1735742.html>
- Financiera de Desarrollo Territorial FINDETER, Manizales, A. de, & BID, B. I. de D. (2013). *Plan De Acción Manizales*. Retrieved from <https://smartcities117.files.wordpress.com/2016/09/plan-de-accic3b3n-manizales.pdf>
- FinOut. (2018). FinOut. Retrieved July 22, 2018, from <http://wp.find-out.se/>
- Fortiss. (2018). This is Fortiss. Retrieved July 24, 2018, from <https://www.fortiss.org/home/>
- Fundación Telefónica. (2011). Smart Cities: un primer paso hacia la internet de las cosas. *Editorial Ariel*, 13–16. Retrieved from http://sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2014-06-07_09-11-04104645.pdf

- Foundation World Wide Web. (2016). The Open Data Barometer. Retrieved September 29, 2017, from http://opendatabarometer.org/?_year=2016&indicator=ODB
- Geoportal Alcaldía de Manizales. (n.d.). Geoportal de la Alcaldía de Manizales. Retrieved September 29, 2017, from <http://geodata-manizales-sigalcmzl.opendata.arcgis.com/>
- Gibson D V; Kozmetsky G; Smilor R W. (1992). *The Technopolis Phenomenon: Smart Cities, Fast Systems, Global Networks*. Rowman & Littlefield Publishers. Boston Way.
- Giffinger, R., Fertner, C., Kramar, H., Kalasek, R., Pichler-Milanović, N., & Meijers, E. (2007). *Smart cities Ranking of European medium-sized cities*. October. [https://doi.org/10.1016/S0264-2751\(98\)00050-X](https://doi.org/10.1016/S0264-2751(98)00050-X)
- Gobierno de Guadalajara. (2017). Datos Abiertos Guadalajara. Retrieved October 4, 2017, from <http://datos.guadalajara.gob.mx/>
- Gobierno del Estado de Jalisco. (2013). Guadalajara. Retrieved October 3, 2017, from <https://www.jalisco.gob.mx/es/jalisco/municipios/guadalajara>
- Gobierno en Línea [GEL]. (n.d.). ¿De que se trata esta estrategia? Retrieved September 29, 2017, from <http://estrategia.gobiernoenlinea.gov.co/623/w3-propertyvalue-7650.html>
- Google Scholar. (2017). Ranking of researchers in Colombian Institutions according to their Google Scholar Citations public profiles. Retrieved December 1, 2017, from <http://www.webometrics.info/es/node/70>
- Grupo Tecma Red S. (2016). Alicante Laboratorio permanente de ciudad inteligente. Retrieved from <https://www.esmartcity.es/2016/07/08/alicante-quiere-ser-laboratorio-permanente-de-smart-city>
- Guadalajara Ciudad Creativa Digital. (2012). Guadalajara Ciudad Creativa Digital- Plan maestro. Retrieved from http://ccdguadalajara.com/es_ES/plan-maestro/
- IBM Corporation. (2011). Desafío para Ciudades más Inteligentes de IBM. *IBM Corporate New Orchard Road*. Estados Unidos de América. Retrieved from <http://prd-ibm-smarter-cities-challenge.s3.amazonaws.com/applications/guadalajara-mexico-summary-spanish-2011.pdf>
- Indra Company. (2018). Sobre Indra. Retrieved March 21, 2018, from <https://www.indracompany.com/>
- Instituto de Estudios Ambientales [IDEA]. (2017). Acerca de Instituto de estudios

Ambientales - IDEA. Retrieved October 5, 2017, from http://www.idea.unal.edu.co/idea/idea_qs.html#mv

Jaramillo, C. E. (2017). UAM tendría su segundo edificio inteligente en diciembre de este año. Retrieved September 29, 2017, from <http://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/segundo-edificio-inteligente-de-la-universidad-autonoma-de-manizales-84682>

Kishore, A. N. N., & Sodhi, Z. (2011). *Research Paper. Exploratory Research on Smart Cities. Theory, Policy and Practice*. PEARL (Peer Experience and Reflective Learning). Retrieved from http://cidco-smartcity.niua.org/wp-content/uploads/2015/10/Exploratory_Research_on_Smart_Cities.pdf

KTH. (2018). About KTH Royal Institute of Technology. Retrieved July 24, 2018, from <https://www.kth.se/en>

La Patria. (2014). Celulares con 4G LTE ya funcionan en Manizales. Retrieved July 20, 2017, from <http://www.lapatria.com/economia/celulares-con-4g-lte-ya-funcionan-en-manizales-84116>

La Patria. (2017, August 20). Internet llega cogido de la tarde a los colegios públicos de Manizales. *Página Oficial de La Patria*. Retrieved from <http://www.lapatria.com/educacion/internet-llega-cogido-de-la-tarde-los-colegios-publicos-de-manizales-381167>

Laboratoire d'analyse et d'architecture des systèmes - LAAS CNRS. (2018). Présentation du laboratoire LANS-CNRS. Retrieved July 23, 2018, from <https://www.laas.fr/public/>

Larios-Rosillo, V.-M. (2014). Todo CUCEA será laboratorio de Ciudad Inteligente.

Larios-Rosillo, V. M., & Castellanos-Gutierrez, J. A. (2014). Guadalajara, en camino para ser la primera ciudad inteligente del país. Retrieved October 3, 2017, from <http://www.udg.mx/es/noticia/guadalajara-en-camino-para-ser-la-primera-ciudad-inteligente-del-pais>

Larios, V. M., Gomez, L., Mora, O. B., Maciel, R., & Villanueva-Rosales, N. (2016). Living labs for smart cities: A use case in Guadalajara City to foster innovation and develop citizen-centered solutions. *IEEE 2nd International Smart Cities Conference: Improving the Citizens Quality of Life, ISC2 2016 - Proceedings*. <https://doi.org/10.1109/ISC2.2016.07580773>

Lombardi, P., Giordano, S., Farouh, H., & Yousef, W. (2012). Modelling the smart city performance. *Innovation*, 25(2), 137–149.

<https://doi.org/10.1080/13511610.2012.660325>

- Londoño, M. T. (2016). La construcción del Parque Tecnológico “City Tech” se iniciará en enero de 2017. Retrieved from <http://www.eje21.com.co/2016/08/la-construccion-del-parque-tecnologico-city-tech-se-iniciara-en-enero-de-2017/>
- López, Juan Carlos; Villanueva, F. J. (2014). Universidad e innovación hacia la ciudad inteligente. *Revista de Obras Públicas: Organo Profesional de Los Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos*, 161(350), 49–54. Retrieved from http://ropdigital.ciccp.es/detalle_articulo.php?registro=19401&anio=2014&numero_revisita=3550
- Lopez, G. J., Isaac, I. A., Gonzalez, J. W., & Cardona, H. A. (2014). Integración de energías renovables (solar fotovoltaica) en campus UPB Laureles-micro red inteligente. *Revista Investigaciones Aplicadas*, 8(2), 152–159. Retrieved from <https://revistas.upb.edu.co/index.php/investigacionesaplicadas/article/view/2958/2605>
- Lugo, G. (2006). La importancia de los laboratorios. *Construcción y Tecnología*, 20–22.
- Maciá, F. (2014). UA Smart University. Retrieved March 16, 2016, from <http://web.ua.es/es/smart/smart-university-hacia-una-universidad-mas-abierta-universidad-de-alicante.html>
- Maciá, F. (2017). *Smart University: Hacia una Universidad mas Abierta* (Alfaomega,). España. Retrieved from <http://www.alfaomega.com.co/smart-university-hacia-una-universidad-mas-abierta-6107.html>
- Manizales Campus Universitario. (2017a). Nueva Ruta Universitaria Caribe - Estadio. Manizales: Fabebook. Retrieved from <https://www.facebook.com/ManizalesUniversitario/photos/a.476532799185637.1073741828.472347986270785/949405711898341/?type=3&theater>
- Manizales Campus Universitario. (2017b). Oferta Académica. Retrieved September 18, 2017, from <http://www.manizalescampusuniversitario.com/>
- Manizales Cómo Vamos - MCV. (2016). Informe Calidad de Vida Manizales 2016. *Manizales Cómo Vamos*, 146. Retrieved from http://www.ccmopc.org.co/ccm/contenidos/244/Informe_Calidad_de_Vida_Manizales_2016.pdf
- Marina, J. A. (2004). Universidades Inteligentes vs Universidades Tontas. *Revista Mexicana*

de Agronegocios, VIII, 260–265. Retrieved from
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14101410>

Micro Red Inteligente UPB. (2014). Pagina Principal Micro Red Inteligente UPB. Retrieved May 6, 2017, from <https://microred.upb.edu.co/index.php/proyecto>

Ministerio de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de Colombia - MINTIC. (2012). Caldas Vive Digital y Manizales Vive Digital, una apuesta por el progreso del departamento. Retrieved September 29, 2017, from <http://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-article-2645.html>

Ministerio de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de Colombia - MINTIC. (2014a). Manizales empieza a conectarse como ciudad inteligente. Retrieved May 15, 2016, from <http://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-article-6894.html>

Ministerio de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de Colombia - MINTIC. (2014b). Manizales empieza a conectarse como ciudad Inteligente. Retrieved May 15, 2016, from <http://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-article-6894.html>

Ministerio de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de Colombia - MINTIC. (2016). Guia de Datos Abiertos en Colombia. *Vive Digital Para La Gente*. Colombia. Retrieved from http://estrategia.gobiernoenlinea.gov.co/623/articles-9407_Guia_Apertura.pdf

Ministerio de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de Colombia - MINTIC. (2017). Caldenses tienen seis nuevas Zonas WiFi Gratis. Retrieved December 22, 2017, from <https://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-article-52266.html>

Molano, D. (2013). “Manizales es el ejemplo Tic en Colombia”: Diego Molano. Retrieved September 18, 2017, from <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-12754158>

Moreno Herrera, L. L., & Gutierrez Sanchez, A. (2012). Ciudades Inteligentes : Oportunidades para generar soluciones sostenibles. *InteracTIC*, 28.

Museo interactivo del Ciencia Juego y Tecnología - Samoga. (2017). Acerca de: Samoga. Retrieved January 12, 2017, from <http://samoga.manizales.unal.edu.co/index.php?id=137>

Naranjo, M. L. G., Acevedo, M. C., & Pérez, Y. E. (2015). *Estudio del comportamiento del sector de las TIC en la ciudad de Manizales 2012-2014* (Editorial). Manizales: Universidad de Manizales. Retrieved from <http://investinmanizales.org/wp-content/uploads/2017/03/Estudio-del-comportamiento-del-sector-TIC-de-Manizales.pdf>

- NeuroCity. (n.d.). Laboratorio de creatividad e innovación. Retrieved September 29, 2017, from <http://www.neurocity.co/>
- Newcastle University. (2018). About Newcastle University. Retrieved July 24, 2018, from <https://www.ncl.ac.uk/>
- OFFIS. (2018). About OFFIS. Retrieved September 24, 2017, from <https://www.offis.de/>
- Oficina de Personal UNAL Manizales. (2018). Reporte Personal Administrativo y docente por dependencia 24-01-2018. Manizales: Reporte en Excel.
- ONERA. (2018). Qui sommes-nous ? ONERA. Retrieved July 22, 2018, from <https://www.onera.fr/>
- Pavie, X., & Carthy, D. (2015). Leveraging Uncertainty: A Practical Approach to the Integration of Responsible Innovation through Design Thinking. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 213, 1040–1049. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.11.523>
- Pineda, E., Ruiz, P., & Molano, D. (2015). Video Parque Tecnológico City Tech. *Canal de Youtube de Parque Soft Manizales*. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=DL9zFI67hjl>
- Pizzuto, R. (2016). ¿Qué son los Datos Abiertos? Retrieved September 29, 2017, from <https://datos.gob.mx/blog/que-son-los-datos-abiertos?category=casos-de-uso&tag=educacion>
- Plattner, H. (2009). Mini guía: una introducción al Design Thinking + bootcamp bootleg, 28.
- Quintana, J. M. (2016). Niveles de madurez de la tecnología. Technology Readiness Levels. TRLS. Una Introducción. *Revista de Economía Industrial*, 5(593), 165–170. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Red Colombiana de Ciudades Cómo Vamos - RCCCV. (2016). *Encuesta de percepción Ciudadana, Colombia 2016*. Bucaramanga. Retrieved from http://redcomovamos.org/wp-content/uploads/2016/08/Resultados-Encuestas-de-Percepción-Red-Cómo-Vamos_2017-def.pdf
- Revista Dinero. (2015). Manizales quiere ser la ciudad universitaria más importante de América Latina. Retrieved September 20, 2017, from <http://www.dinero.com/pais/articulo/manizales-preve-convertirse-ciudad-universitaria-mas-importante-america-latina/217114>

- Revista Membrede. (2016). Manizales Apuesta a la Innovación Empresarial. Retrieved November 10, 2017, from <http://membrede.co/emprendimiento/manizales-le-apuesta-la-innovación-empresarial>
- Riet, E. van, Zikken, N., Osiek, M., Gaarlandant, V., & Veltkamp, A. (2016). Smart City Experience Lab. Retrieved April 26, 2016, from <https://amsterdamsmartcity.com/projects/smart-city-experience-lab>
- Rodelo, A. (2016). La Patria. Retrieved September 15, 2017, from <http://www.lapatria.com/educacion/15064-estudiantes-menos-en-manizales-en-nueve-anos-314011>
- Rubio Díaz, A. (2014). Crowdprojects: caracterización y clasificación de proyectos colaborativos. Retrieved from <http://digibuo.uniovi.es/dspace/handle/10651/28149>
- Ruiz, Maximino Matus; Ramirez, R. (2013). *Ensamblando Ciudades Inteligentes*. D.R. Fondo de Información y Documentación para la Industria INFOTEC.
- Salazar, C. M. (2017). La Alcaldía de Manizales, en busca de más oportunidades para avanzar en la Estrategia de Gobierno en línea. Retrieved September 29, 2017, from <http://www.lapatria.com/publirreportajes/la-alcaldia-de-manizales-en-busca-de-mas-oportunidades-para-avanzar-en-la>
- Sangüesa, R. (2013). La tecnocultura y su democratización: ruido, límites y oportunidades de los Labs. (Spanish). *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS*, 8(23), 259. Retrieved from <http://ezproxy.unal.edu.co/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edb&AN=91607507&lang=es&site=eds-live&scope=cite%5Cnhttp://www.redalyc.org/resumen.oa?id=92427464015%5Cnhttp://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92427464015%5Cnhttp://www.re>
- Serra, T. (2015). Smart UIB = universidad + inteligente + innovadora + imaginativa ¿... Misión Imposible V? Retrieved September 2, 2016, from <http://universoup.es/14/vivirenlafrontera/smart-uib-universidad-inteligente-innovadora-imaginativa/>
- Shah, M. N., Nagargoje, S., & Shah, C. (2017). Assessment of Ahmedabad (India) and Shanghai (China) on Smart City Parameters Applying the Boyd Cohen Smart City Wheel. In Y. Wu, S. Zheng, J. Luo, W. Wang, Z. Mo, & L. Shan (Eds.), *Proceedings of the 20th International Symposium on Advancement of Construction Management and Real Estate* (pp. 111–127). Singapore: Springer Singapore. <https://doi.org/10.1007/978->

981-10-0855-9_10

Sistema Nacional de Bibliotecas - SINAB. (2017a). Bibliotecas Sede Manizales. Retrieved September 1, 2017, from <http://bibliotecas.unal.edu.co/bibliotecas/manizales/>

Sistema Nacional de Bibliotecas - SINAB. (2017b). *Portafolio de Servicios SINAB*. Bogota. Retrieved from http://bibliotecas.unal.edu.co/fileadmin/recursos/bibliotecas/archivos/portafolio/portafolio_sinab_MARZO2017__1_.pdf

Sistema Nacional de Bibliotecas - SINAB. (2017c). Preguntas frecuentes. Retrieved January 12, 2018, from <http://bibliotecas.unal.edu.co/acerca-de/preguntas-frecuentes/>

Smart City Bhubaneswar. (2015). Bhubaneswar Smart City Proposal. Retrieved from <http://www.smartcitieschallenge.in/files/dmfile/Draft-Smart-Cities-Proposal-Bhubaneswar1.pdf>

Steinbeis-Europa-Zentrum [ZEE]. (2018). Acerca de Steinbeis-Europa-Zentrum y Steinbeis 2i GmbH. Retrieved July 23, 2018, from <https://www.steinbeis-europa.de/>

Tamayo, J. (2011). Parque de Innovación Empresarial, asesora comunidad de la UN. Retrieved January 8, 2018, from <https://www.mineducacion.gov.co/cvn/1665/w3-article-259249.html>

Telecentros, R. N. de. (2017). Historias de Telecentros. Retrieved September 22, 2017, from http://www.telecentros.org.co/historias_telecentros.shtml?apc=g-xx5-&x=111#Objetivos

Telefónica. Smart Cities: "Papel Activo de las Universidades." Retrieved from https://www.redclara.net/news/DV/EV_Telefonica/Presentations/JP_Telefonica.pdf.

Telesalud. (2018). Quienes somos Telesalud Universidad de Caldas. Retrieved September 6, 2017, from http://telesalud.ucaldas.edu.co/telesalud/quienes_somos/quienes_somos.html

The Open Geospatial Consortium [OGC]. (2018). About and Standars The Open Geospatial Consortium. Retrieved June 26, 2018, from <http://www.opengeospatial.org/>

Torres Valencia, D. (2016). Analitica de Datos Ciudad Inteligente. Retrieved from <https://www.slideshare.net/diegotorres/analitica-de-datos-smart-city-o-ciudades-inteligentes>

Universidad de Alicante [UA]. (2015). SmartLabs - UA Smart University. Retrieved

September 1, 2016, from <https://web.ua.es/es/smart/smartlabs.html>

Universidad de Caldas - UC. (2012). El Sistema Estratégico de Transporte Público de Manizales tiene problemas de gobernanza. Retrieved September 21, 2017, from <http://www.lapatria.com/en-domingo/el-sistema-estrategico-de-transporte-publico-de-manizales-tiene-problemas-de-gobernanza>

Universidad de Caldas - UC, Universidad Nacional de Colombia -UNAL, Universidad de Manizales -UM, Universidad Autónoma de Manizales -UAM, Universidad Católica de Manizales -UCM, & Fundación Universitaria Luis Amigo -FUMLAM. Convenio para la creación de la Alianza Sistema Universitario de Manizales "SUMA" (2010). Colombia. Retrieved from http://www.funlam.edu.co/uploads/ocri/pdf/ALIANZA_SUMA.pdf

Universidad Nacional de Colombia [UNAL]. (n.d.). Mapa de riesgos Manizales. Retrieved September 26, 2018, from http://idea.manizales.unal.edu.co/sitios/gestion_riesgos/planterritorial.php

Universidad Nacional de Colombia [UNAL]. (2014). La importancia de los laboratorios para gestar los saberes. Retrieved September 1, 2016, from <http://noticias.universia.net.co/ciencia-nn-tt/noticia/2014/11/04/1114480/importancia-laboratorios-gestar-saberes.html>

Universidad Nacional de Colombia [UNAL]. (2016). Visión 2017. Retrieved March 11, 2016, from http://www.unal.edu.co/contenido/sobre_un/sobreun_vision.html

Universidad Nacional de Colombia [UNAL]. (2017a). Crece formación de emprendimientos culturales en la U.N. Retrieved September 12, 2017, from <http://www.manizales.unal.edu.co/manizales/news>

Universidad Nacional de Colombia [UNAL]. (2017b). Inicia reforzamiento estructural del campus El Cable. Retrieved October 11, 2017, from <http://www.manizales.unal.edu.co/manizales/news/inicia-reforzamiento-estructural-del-campus>

Universidad Nacional de Colombia [UNAL]. (2017c). Reseña Histórica. Retrieved December 12, 2017, from <http://www.manizales.unal.edu.co/menu/institucional/resena-historica/>

Universidad Nacional de Colombia [UNAL]. (2017d). *Video Institucional Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales 2017*. Canal Oficial Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=iUrciS4Ou5c>

- Universidad Nacional de Colombia sede Manizales -UNAL- sede Manizales. (2018). *Presentación de la Universidad Nacional – Plataforma Red de Monitoreo de Calidad del Aire*. Manizales. Retrieved from <http://manizalescomovamos.org/2da-mesa-tecnica-sobre-calidad-del-aire/>
- Universidad Politecnica de Valencia - Campus de Alcoy. (2017). Pagina Principal El campus Alcoy de la UPV. Retrieved February 13, 2018, from <http://www.epsa.upv.es/campus.php?lang=es>
- Universidad Pontificia Bolivariana [UPB]. (n.d.). Página Principal Universidad Pontificia Bolivariana. Retrieved April 9, 2017, from <https://www.upb.edu.co>
- Universidad Pontificia Bolivariana [UPB]. (2016). Campus UPB se proyecta como ciudad inteligente. Retrieved July 6, 2017, from https://www.upb.edu.co/es/noticia/red_inteligente
- UNTelevisión. (2014). Gestión del riesgo - Red de estaciones meteorológicas e hidrometeorológicas en Manizales. Retrieved January 15, 2018, from <http://untelevision.unal.edu.co/detalle/article/red-de-estaciones-meteorologicas-e-hidrometeorologicas-en-manizales.html>
- UNTelevisión. (2017). Video: Intercampus. Retrieved October 17, 2017, from <http://untelevision.unal.edu.co/detalle/cat/a-un-click/article/intercampus.html>
- Vargas, J. R. (2016). *Manizales entró en la era de los semáforos inteligentes*. Colombia: Noticias, Caracol. Retrieved from <https://noticias.caracol.com/colombia/manizales-entro-en-la-era-de-los-semaforos-inteligentes>
- Vargas, M. (2017). Informe de Pasantía Universidad de Guadalajara - CUCEA en el marco de la maestría ASI. Guadalajara.
- Vicerrectorado de Calidad e Innovación Educativa. (2018). Reconocimiento externo de calidad. Retrieved January 2, 2018, from <https://web.ua.es/es/vr-qualinnova/reconocimiento-externo-de-la-calidad.html>
- Vicerrectoría de Investigación - VRI. (2018). *Reporte grupos y sus líneas de investigación*. Manizales. Retrieved from www.hermes.unal.edu.co
- Vicerrectoría de Investigación [VRI]. (2017a). *Análisis Resultados definitivos Convocatoria Nacional para el reconocimiento y medición de Grupos de Investigación Desarrollo Tecnológico o de Innovación y para el reconocimiento de investigadores del Sistemas*

Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación . Bogotá. Retrieved from
<http://investigacion.unal.edu.co/fileadmin/recursos/siun/convocatorias/externas/colciencias/2017/conv781-analisis-resultados-definitivos.pdf>

Vicerrectoría de Investigación [VRI]. (2017b). *Reporte de Proyectos de Extensión 2017*. Retrieved from <http://www.hermes.unal.edu.co/>

Vicerrectoría de Investigación [VRI]. (2018). *Reporte de Búsqueda: Laboratorios Sede Manizales*. Manizales. Retrieved from
<http://www.hermes.unal.edu.co/pages/principal/Principal.xhtml>

Wikipedia. (2017). Planos campus Manizales. Retrieved September 26, 2018, from
https://es.m.wikipedia.org/wiki/Universidad_Nacional_de_Colombia_sede_Manizales

Yin, C., Xiong, Z., Chen, H., Wang, J., Cooper, D., & David, B. (2015). A literature survey on smart cities. *Science China Information Sciences*, 58(10), 1–18.
<https://doi.org/10.1007/s11432-015-5397-4>