

**REVISIÓN SISTEMÁTICA DE AVANCES EN LA IMPLEMENTACIÓN DE  
TECNOLOGÍAS PARA LA INNOVACIÓN SOCIAL EN CIUDADES  
INTELIGENTES**

**ELDA PATRICIA DURÁN MENA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS  
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES  
BUCARAMANGA**

**2016**

**REVISIÓN SISTEMÁTICA DE AVANCES EN LA IMPLEMENTACIÓN DE  
TECNOLOGÍAS PARA LA INNOVACIÓN SOCIAL EN CIUDADES  
INTELIGENTES**

**ELDA PATRICIA DURÁN MENA**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de  
Ingeniera Industrial**

**Directora:**

**RUTH ZÁRATE RUEDA**

**Trabajo Social**

**Especialista en teoría, métodos y técnicas de Investigación social**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS  
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES  
BUCARAMANGA**

**2016**

*A Dios y a la vida por darme la salud, fortaleza y sabiduría para poder cumplir este logro tan importante.*

*Por supuesto este triunfo es dedicado a quienes son todo en mi vida, a mi madre Alba Luz Mena Colmenares y mi padre Luis Enrique Durán Pedraza que me han dado todo el amor, apoyo incondicional y han estado conmigo en todo momento, a mi hermano Néstor Daniel Durán Mena por ser mi mejor amigo y mi compañero del alma.*

*A mi familia, mis nonitas y mi tío Silvestre Durán en gratitud por sus enseñanzas a través de los años por medio de mis padres.*

*A mis amigos del alma por todas las vivencias y a Pedro Serrano Casa por tener las palabras adecuadas en el momento indicado.*

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi directora de tesis Ph.D .Ruth Zarate Rueda por su constante apoyo pedagógico en las asesorías y consultas que fueron claves para el desarrollo de este proyecto. Así mismo al señor Luis Eduardo Becerra Ardila por permitirme realizar este proyecto con el apoyo del grupo de investigación INNOTEC.

## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	15
1. GENERALIDADES DEL PROYECTO .....	18
1.1 OBJETIVOS.....	18
1.1.1 Objetivo General .....	18
1.1.2 Objetivos específicos .....	18
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	19
2.1 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	23
2.3 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	24
2.2.1 Metodología de la revisión sistemática .....	24
2.2.2 Metodología de análisis de contenido web .....	29
3. MARCO TEÓRICO .....	32
3.1 INNOVACIÓN SOCIAL .....	32
3.1.1 Concepto de Innovación Social.....	33
3.1.2 Características de la Innovación Social .....	36
3.1.3 Enfoques de la Innovación Social .....	37
3.1.4 Etapas de la innovación social.....	38
3.1.5 Cinco variables para entender la Innovación Social .....	39
3.2 CIUDADES INTELIGENTES.....	41
4. EJECUCIÓN DE LA REVISIÓN.....	43
4.1 EXPLORACIÓN DE LA LITERATURA .....	43
4.1.1 Ecuación de búsqueda .....	43
4.1.2 Resultados de la búsqueda en la base de datos .....	45
4.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS ESTUDIOS.....	50

4.3 EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y SELECCIÓN DE LOS ESTUDIOS.....	51
4.3.1 Criterios de calidad .....	51
5. REPORTE DE RESULTADOS .....	52
5.1 REVISIÓN DE LA LITERATURA .....	52
5.1.1 Obtención de agua potable .....	52
5.1.2 Generación de energías no contaminantes .....	66
5.1.3 Tratamiento de residuos .....	82
5.1.4 Tecnologías de la información y comunicación.....	86
5.1.5 Construcción civil .....	91
5.2 RESUMEN DE RESULTADOS .....	95
5.3 ARTÍCULO CIENTÍFICO.....	99
6. CONCLUSIONES .....	100
7. RECOMENDACIONES.....	102
BIBLIOGRAFÍA.....	103
ANEXOS .....	107

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	Cumplimiento de objetivos_____	17
Tabla 2.	Las etapas de la innovación Social y los mecanismos para medir su impacto _____	39
Tabla 3.	Cinco variables para analizar la Innovación Social_____	41
Tabla 4.	Creación de la ecuación de búsqueda _____	44
Tabla 5.	Publicaciones de la Dra. Frances Westley en el tema de Innovación Social _____	49
Tabla 6.	Sistema Aqua4™ _____	55
Tabla 7.	Resumen de las innovaciones analizadas en la investigación _____	96

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Caracterización del problema _____	22
Figura 2. Etapas en la elaboración de una revisión sistemática _____	25
Figura 3. Espiral de la innovación social _____	38
Figura 4. Documentos por año _____	45
Figura 5. Países con mayor número de publicaciones _____	46
Figura 6. Publicaciones por continente _____	47
Figura 7. Documentos por área de estudio _____	47
Figura 8. Instituciones con mayor número de publicaciones _____	48
Figura 9. Autores más relevantes para el tema de Innovación Social _____	50
Figura 10. Proceso de Identificación de los estudios _____	50
Figura 11. Paneles utilizados en la planta de purificación Aqua4 _____	56
Figura 12. Descripción de los componentes principales del sistema CETO _____	58
Figura 13. Esquema general del sistema CETO _____	59
Figura 14. Esquema de funcionamiento de Fontus _____	62
Figura 15. Instalación del dispositivo en una bicicleta convencional _____	63
Figura 16. Redes atrapanieblas _____	64
Figura 17. Captadores de niebla tridimensionales _____	65
Figura 18. Componentes del sistema Warka Water _____	66
Figura 19. Aplicaciones del sistema _____	69
Figura 20. Vista aérea de la planta de generación de energía termosolar de nevada _____	71
Figura 21. Funcionamiento básico del sistema de Bright Source _____	72
Figura 22. Prototipo del generador eléctrico vial _____	76
Figura 23. Estructura del sistema “Un litro de luz” _____	78
Figura 24. Componentes del sistema _____	79
Figura 25. Dispositivo “the lightie” en el hogar _____	79
Figura 26. Funcionamiento de la lámpara _____	81

Figura 27. Uso práctico de la lámpara _____	81
Figura 28. Gusano devorando plástico _____	83
Figura 29. Funcionamiento de la planta de reciclado de agua _____	85
Figura 30. Interfaz de la aplicación _____	88
Figura 31. Prototipo de la ambulancia drone _____	90
Figura 32. Representación artística de un avión no tripulado de transporte médico _____	91
Figura 33. Aspecto de una superficie pavimentada con concreto permeable ____	93
Figura 34. Aplicaciones plásticas de la empresa Diseclar _____	94
Figura 35. Distribución de los estudios analizados _____	95
Figura 36. Distribución mundial de las ideas desarrolladas _____	98

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. LISTA DE ARTÍCULOS UTILIZADOS EN LA INVESTIGACIÓN ____	107
ANEXO B. ARTÍCULO PUBLICABLE _____	110

## RESUMEN

### TÍTULO

REVISIÓN SISTEMÁTICA DE AVANCES EN LA IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍAS PARA LA INNOVACIÓN SOCIAL EN CIUDADES INTELIGENTES.

### AUTOR

ELDA PATRICIA DURÁN MENA”

### PALABRAS CLAVES

Innovación, Social, Ciudades Inteligentes, Tecnologías, Revisión Sistemática.

### CONTENIDO

El presente documento refleja los avances más relevantes obtenidos a nivel nacional y mundial en cuanto al desarrollo e implementación de tecnologías enfocadas en la innovación social en el marco de las ciudades inteligentes.

Para la ejecución del proyecto, primero se diseñó un protocolo que permitió realizar una revisión sistemática, en donde mediante un análisis bibliométrico, se identificaron los estudios preliminares que servirían de insumo para la investigación. Esto se hizo, gracias al diseño de una ecuación de búsqueda, aplicada a la base de datos Scopus. Una vez corroborada la existencia de suficiente documentación relacionada con el tema de investigación, se procedió al análisis de su abstract o resumen, con la finalidad de establecer que tan relacionados se encontraban los documentos con el tema a trabajar. Aquellos que estaban directamente relacionados con la temática de estudio, se analizaron a mayor profundidad, y según su relevancia fueron incluidos en el documento final de la investigación. Adicionalmente se utilizaron otras fuentes de información, tales como páginas web de innovación tecnológica, emprendimiento colaborativo y crowdfunding o financiamiento colectivo, así como aquellas de contenido científico o periodístico. Igualmente y siguiendo la línea temática establecida en el proyecto, para el análisis, la presentación e interpretación de los resultados, se realizó la descripción de las características y particularidades de cada uno de los estudios analizados. Por último, se redactó el artículo científico, el cual contiene las conclusiones finales de la investigación.

Los ejemplos de innovación social gestados gracias a la utilización de diversos recursos tecnológicos, como los mostrados en el presente proyecto, servirán de base para un futuro análisis y desarrollo en el país (para aquellos desarrollados por fuera de este), o para el fomento y apoyo de los que fueron concebidos por entusiastas emprendedores colombianos.

---

<sup>1</sup> Trabajo de grado

<sup>2</sup> Facultad de Ingenierías Físico – mecánicas, Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, Director: Ruth Zárate Rueda, Especialista en teoría, métodos y técnicas de Investigación social

## ABSTRACT

### TITLE

SYSTEMATIC REVIEW OF PROGRESS IN THE IMPLEMENTATION OF TECHNOLOGIES FOR SOCIAL INNOVATION IN SMART CITIES<sup>1</sup>

### AUTHOR

ELDA PATRICIA DURÁN MENA<sup>2</sup>

### KEY WORDS

Innovation, Social, Smart Cities, Technologies, Systematic Review.

### SUMMARY

This project presents the most significant progress done at national and global levels in the development and implementation of technologies focused on social innovation in the context of smart cities.

To implement the project, was documented a protocol that would allow the systematic review was designed. Through a bibliometric analysis, preliminary studies that would serve as input for research were identified. This was done by designing a search query and using it in the Scopus database. Once confirmed the existence of sufficient documentation related to the subject of research, only the articles were analyzed, reviewing their abstract, in order to establish how they were related to the theme of work. Those who were directly related to the topic of study, were fully analyzed and according to their relevance, were included in the final document of the investigation. Additionally were used other sources of information such as web pages of technological innovation, collaborative entrepreneurship and crowdfunding, as well as those that include scientific or journalistic content. For the analysis, presentation and interpretation of results, was done the description of the characteristics and peculiarities of each of the studies. Finally, was written a scientific paper, which contained the final conclusions of the research.

Examples of social innovation created through the use of various technological resources, as shown in this project, will provide the basis for future analysis and development in the country (for those developed out of this), or for the promotion and support of those who were conceived by enthusiastic Colombian entrepreneurs.

---

<sup>1</sup> Bachelor Thesis

<sup>2</sup> Faculty of Engineerings Phisique Mechanics, School of Industrial and Managerial Studies, Director: Ruth Zárate Rueda, Especialista en teoría, métodos y técnicas de Investigación social

## INTRODUCCIÓN

Un fenómeno que ha tomado fuerza y que se plantea como una alternativa conjunta a las políticas gubernamentales para la solución de diversos problemas de las poblaciones más vulnerables, es el relacionado con la Innovación Social mediante la aplicación de diversos avances en tecnología.

El presente proyecto de investigación, se orientó en indagar acerca de las iniciativas de Innovación Social que se han desarrollado a nivel mundial mediante la implementación de tecnologías para lograr la sostenibilidad económica, social y medioambiental que se requiere para llegar a ser una Ciudad inteligente o Smart City.

En el Capítulo 3 se muestra cómo se planificó y se ejecutó la revisión; desde la exploración de la literatura, identificación de los estudios relevantes, hasta la posterior evaluación de calidad y selección de aquellos estudios que finalmente se incluirían para los fines de la investigación.

A continuación en el capítulo 4, se hace el reporte de los resultados obtenidos. Aquí se analizan cada una de las iniciativas de innovación social, divididas según las áreas de estudio a las que pertenecían: obtención de agua potable, generación de energías limpias, tratamiento de residuos, uso de las tecnologías de información y comunicación, movilidad, entre otras. Estas a pesar de no encontrarse en ninguna de las categorías descritas anteriormente, representan avances importantes y prácticos.

Por último, y según se da cumplimiento a cada uno de los objetivos planteados inicialmente, se procedió a la redacción de un artículo científico, con base en los resultados obtenidos durante la investigación.

El ejercicio realizado mediante la ejecución del presente proyecto, permitió identificar un amplio potencial de iniciativas, que podrían implementarse en el país para generar resultados importantes en la solución de las problemáticas que actualmente están afectando a la población colombiana y sobre las cuales se requiere una intervención inmediata.

## CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS

Tabla 1. Cumplimiento de objetivos

#	OBJETIVO	CUMPLIMIENTO
1	Diseñar el protocolo de revisión en el que se especifiquen los objetivos, los criterios de elegibilidad y los métodos que se utilizan para identificar, evaluar, analizar y sintetizar los datos.	3.EJECUCION DE LA REVISIÓN
2	Realizar una revisión bibliográfica de documentos y artículos científicos desde una perspectiva global del tema de innovación social, siguiendo la metodología de revisión sistemática.	4.1 REVISIÓN DE LA LITERATURA
3	Realizar análisis de contenido web para la identificación de avances en innovación social.	4.1 REVISIÓN DE LA LITERATURA
4	Elaborar un artículo publicable a partir de los resultados obtenidos en la investigación.	4.3. ARTÍCULO CIENTÍFICO

# 1. GENERALIDADES DEL PROYECTO

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo General

Identificar y describir los avances obtenidos en lo relacionado con la implementación de tecnologías como herramientas para la innovación social, además del uso de estas en el concepto de Ciudades Inteligentes.

### 1.1.2 Objetivos específicos

- Diseñar el protocolo de revisión en el que se especifiquen los objetivos, los criterios de elegibilidad y los métodos que se utilizan para identificar, evaluar, analizar y sintetizar los datos.
- Realizar una revisión bibliográfica de documentos y artículos científicos desde una perspectiva global del tema de innovación social, siguiendo la metodología de revisión sistemática.
- Realizar análisis de contenido web para la identificación de avances en innovación social.
- Elaborar un artículo publicable a partir de los resultados obtenidos en la investigación.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente, a nivel global existen problemáticas de tipo social, económico y ambiental que afectan de manera significativa el progreso de la sociedad. La tendencia creciente de la ingobernabilidad en algunas regiones del mundo, las dificultades en el orden financiero, el inminente agotamiento de los recursos naturales no renovables, la amenaza del cambio climático, el peligro de pandemias de amplio cubrimiento, la amplia marginalidad sectorizada que se traduce en una pobreza extrema, como consecuencia de procesos económicos que solo amplían la diferencia social entre naciones, son solo unos pocos ejemplos de cómo el desarrollo humano se está viendo afectado en cada uno de sus aspectos claves; convirtiendo la desigualdad en la característica predominante que mejor define al mundo contemporáneo.

Dado que las alternativas de solución planteadas para dichas problemáticas solo corrigen una parte del problema o por el contrario en algunos casos resultan absolutamente ineficaces para los mismos, es necesario empezar a tener en cuenta otras alternativas de solución como las planteadas por la Innovación Social, por cuanto brinda una perspectiva diferente cuyo valor agregado aporta principalmente a la sociedad como un todo, en lugar de únicamente a los individuos.

Es así como las políticas públicas existentes para la reducción de la pobreza, inclusión social o fomento a la educación no son efectivas en su totalidad, lo que acarrea que las oportunidades de empleo para las personas de estratos bajos se vean reducidas considerablemente; lo cual a su vez conlleva a que los ingresos no cubran por completo sus necesidades primarias, correspondientes a alimentación, educación, vivienda digna, acceso a los servicios de salud, vestimenta y recreación. Estas situaciones pueden conducir al incremento en los niveles de

violencia e inseguridad así como el aumento de la desigualdad social y el detrimento en los índices de educación en un país.

Los problemas como el agotamiento de los recursos naturales, la contaminación y el calentamiento global, se ven agravados por el aumento en la densidad poblacional y su demanda creciente de recursos, debido a que la utilización de tierras para cultivo de alimentos y plantaciones para la extracción de biocombustibles en ocasiones se da a expensas de bosques o zonas selváticas. Si bien la industria tiene una alta incidencia en la contaminación a nivel global, ya sea por el aumento en las actividades extractivas tanto del petróleo como de la minería, así como la utilización masiva de combustibles fósiles para el transporte, a nivel de sociedad no se posee una cultura de cuidado del medio ambiente pues la población no conoce o no se interesa por la utilización de los mecanismos existentes para el reciclaje de los residuos generados, así como para el uso eficiente del agua y la energía eléctrica.

De continuar con esta tendencia, se espera que sea cada vez más complicado el manejo de los residuos generados por la población, debido a sus patrones de consumo por lo que se presentará un aumento exponencial en las emisiones de gases de efecto invernadero, así como un avance sin retorno hacia un estado en el que los inestables cambios climáticos sean la constante; en donde el aumento en la temperatura global, la fundición de los glaciales, la elevación en los niveles del mar y cada uno de los efectos adversos que esto conlleva, afecten de la misma forma a las personas que viven en las costas de los cinco continentes del globo terráqueo que a las personas que viven en una área poblacional tierra adentro.

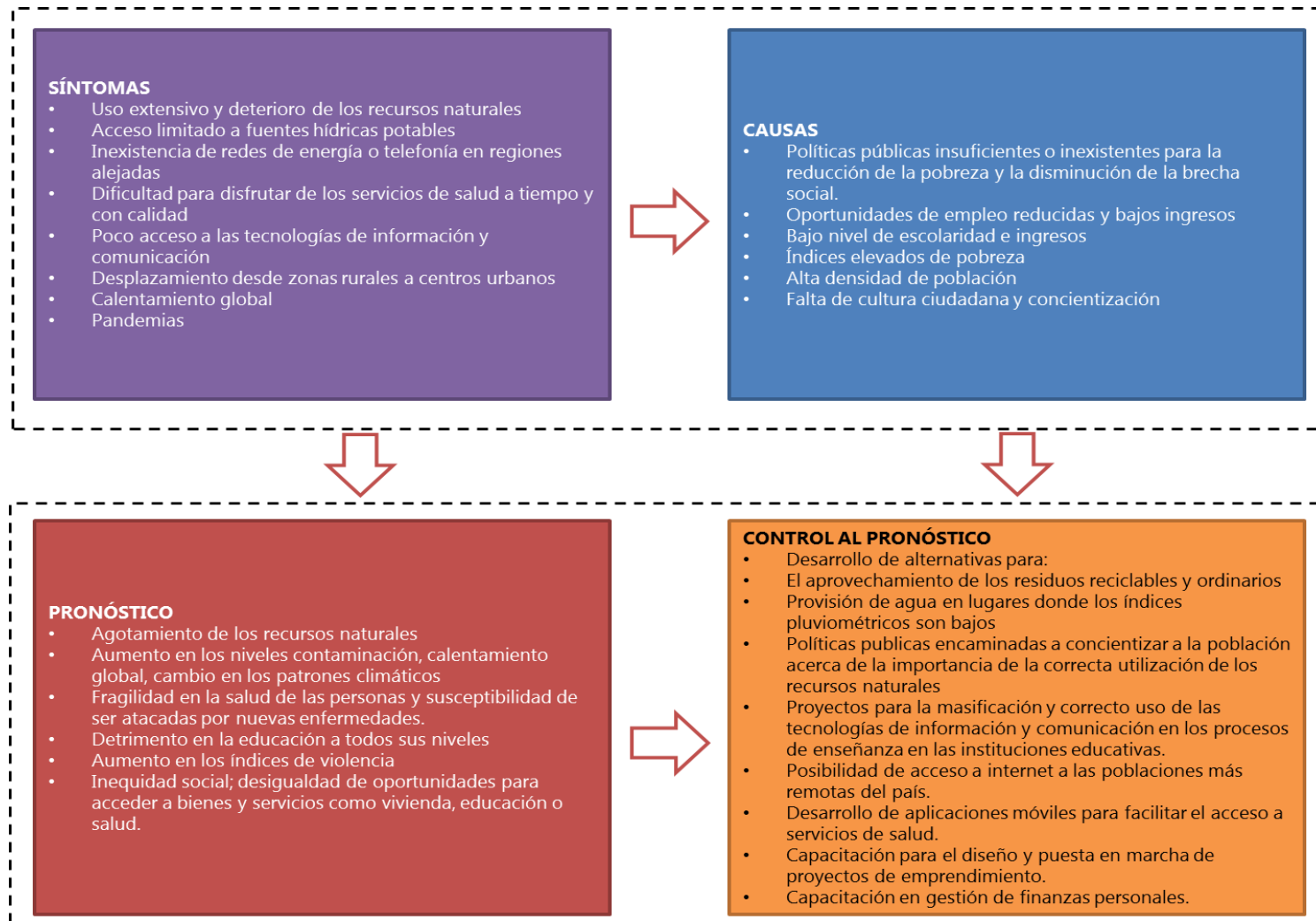
Una de las posibles soluciones para reducir la incidencia de estos problemas, es la promoción y ampliación de la cobertura de la educación preescolar, primaria, secundaria y universidad. Esto con el fin de lograr concientizar a las personas

acerca de la importancia de su contribución para una mejor sociedad, basada en el respeto por el otro, por el bien común y los recursos naturales. Asimismo, el diseño de proyectos que le aseguren el acceso de los servicios públicos a todos los habitantes de un territorio (agua, energía eléctrica, gas natural, internet y telefonía) así como el acceso universal a los servicios de salud, son iniciativas que se deben promover a nivel mundial pues de estas depende una mayor justicia en la distribución social de una nación.

Por lo planteado anteriormente, este proyecto se esboza como una alternativa de análisis a las soluciones puestas en marcha por diversos países del mundo, los cuales buscan corregir las problemáticas mencionadas al inicio de este estudio, y que podrían llegar a implementarse exitosamente en Colombia.

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se muestra un esquema de las situaciones a estudiar, mientras estos recorren los cuatro ámbitos de análisis: síntomas, causas, pronóstico y control al pronóstico.

**Figura 1. Caracterización del problema**



## 2.1 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El presente documento se enmarca dentro del macro proyecto titulado: “Innovación por una cultura ciudadana participativa mediante la investigación del comportamiento social apoyando en Tecnologías de Información y Comunicación en el área metropolitana de Bucaramanga y Barrancabermeja” financiado con recursos del sistema general de regalías. Ubicado en el programa de ciencia y tecnología de innovación de los departamentos, municipios y distritos; este fue aprobado por el Órgano Colegiado de Administración y Decisión (OCAD) y por el Departamento Administrativo de Ciencia y Tecnología e Innovación (COLCIENCIAS), en su condición de secretaria técnica (OCAD). Por lo tanto tiene registro en el Banco de Programas y Proyectos del mismo sistema, según el acuerdo No. 29 del 3 de diciembre del 2014.

Por ende, la realización del mismo permitirá contar con una base organizada de iniciativas e ideas que se han puesto en marcha en los 5 continentes. Al tener un alto nivel de reproductividad, estas iniciativas permitirían a futuro subsanar algunos de los problemas sociales en el país; puesto que han demostrado un alto grado de eficacia dentro de las poblaciones afectadas en cada uno de los lugares en los cuales fueron implementadas en su etapa de prueba. Este estudio no solo da a conocer las iniciativas más innovadoras a nivel mundial, sino que también nos permite analizarlas a profundidad, facilitando con esto su comprensión; para entrever de una manera precisa su potencial de materialización a nivel local.

Dado que mediante el desarrollo del proyecto, se realizó una recopilación teórica relacionada con la innovación social, esta podría ser utilizada como una herramienta de aprendizaje, ya que por una parte, puede transmitir dichos conocimientos a los estudiantes en las cátedras de emprendimiento y/o formulación de proyectos con el fin de alimentar su espíritu emprendedor. Igualmente este conocimiento también es aplicable en la rama de negocios,

gestión empresarial y finanzas puesto que en ellas se nos transmite el deseo por resolver los problemas que afectan a la sociedad colombiana, desde el punto de vista global de la Ingeniería Industrial. Por otra parte, al haberse realizado una revisión sistemática en el estudio, se contaría con un análisis de las experiencias y lecciones aprendidas del proyecto que podrían ser replicadas para el análisis de otras temáticas teóricas de la carrera, basados en la metodología que se aplicó en esta investigación.

Es por los motivos expresados anteriormente que se reafirma la importancia de la realización de este proyecto, dada su utilidad tanto académica como social, en tanto representan una posible solución a las problemáticas sociales tanto a nivel regional como nacional en el país.

## **2.2 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

La revisión sistemática de este proyecto, se llevó a cabo de acuerdo a las buenas prácticas definidas por David Tranfield en el artículo publicado en el *British Journal of Management* en 2003<sup>1</sup>, así como en el artículo; “*Revisión sistemática y meta-análisis en seguridad y salud laboral (II): etapas*”, publicado por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España.

### **2.2.1 Metodología de la revisión sistemática**

El desarrollo del proyecto se llevó a cabo en tres etapas primordiales. La primera corresponde a la planeación de la revisión, la segunda corresponde al desarrollo de la revisión y la última se encargará de la interpretación y presentación de los resultados. Como paso a paso para la consecución de cada una de las etapas se seguirá la siguiente línea de trabajo, la cual se divide en siete fases:

---

<sup>1</sup> TRANFIELD, David., DENYE, David r., y SMART Palminder. Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review. Advanced Management Research Centre (AMRC). En: British Journal of Management Cranfield School of Management: Cranfield University. 2003. Vol. (14), p. 207-222.

- a) Formulación de la pregunta de investigación.
- b) Planteamiento del protocolo de investigación
- c) Formulación del plan de búsqueda de la literatura.
- d) Obtención y evaluación de la calidad de los estudios.
- e) Recopilación de los datos.
- f) Análisis, presentación e interpretación de los resultados.
- g) Publicación de la revisión sistemática.

En la figura 2 a continuación, se presentan las etapas correspondientes a la de elaboración de una revisión sistemática.

Figura 2. Etapas en la elaboración de una revisión sistemática



Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (España)

## ETAPA I: PLANEACIÓN DE LA REVISIÓN

**Fase 1. Formulación de la pregunta de investigación.** Esta fase se realizará el diseño de la pregunta de investigación, la cual marcará la trayectoria para el

desarrollo del estudio en tanto la formulación de la misma significa reducirla a términos claros y precisos. Por otra parte, se establecerá tanto el enfoque como el alcance del estudio, definiendo a su vez, los criterios de inclusión y exclusión de las publicaciones a tener en cuenta para la investigación.

**Fase 2. Planteamiento del protocolo de investigación.** Este protocolo, es un plan que ayuda a proteger la objetividad del estudio, proveyendo los pasos que deben ser seguidos para su realización. Este contiene información de las preguntas específicas asociadas al estudio; la población objetivo, la estrategia de búsqueda para la identificación de estudios relevantes, y los criterios de selección. El protocolo debe contener, además, información que describa con claridad el objetivo de la revisión, explique el contexto en el que se encuadra y detalle las etapas de desarrollo de la misma. En él quedarán descritas igualmente, la forma en que se buscarán, seleccionarán y evaluarán críticamente los artículos, así como la manera en que se recopilarán y analizarán los datos de los mismos.<sup>2</sup>

## **ETAPA II: DESARROLLO DE LA REVISIÓN**

**Fase 3: Formulación del plan de búsqueda de la literatura:** La recopilación de la información debe ser exhaustiva teniendo en cuenta los estudios publicados así como los no publicados, para evitar incurrir en el sesgo de selección.<sup>3</sup> La base de una revisión sistemática consiste en la identificación inicial de palabras clave y términos de búsqueda, así como de los filtros o restricciones más apropiados para el estudio con el fin de obtener investigaciones que aporten mayoritariamente al cumplimiento de los objetivos del proyecto de revisión. Aquí también se determinarán las bases de datos a emplear para la obtención de las publicaciones necesarias para el desarrollo del proyecto, así como la ecuación de

---

<sup>2</sup> ARAMBURU, Clara. Revisión sistemática y meta-análisis en seguridad y salud laboral (II): etapas. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). Departamento de Investigación e Información. N° 1042. España. 2015.

<sup>3</sup> BELTRÁN, Oscar. Revisiones sistemáticas de la literatura. En: Revista Colombiana de Gastroenterología. Vol.20 No.1 Bogotá Marzo de 2005. [En línea]. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-99572005000100009&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-99572005000100009&script=sci_arttext). Consultado en 09 de agosto de 2015.

búsqueda más adecuada para la generación de los resultados esperados. Las búsquedas de las revisiones sistemáticas se caracterizan por ser exhaustivas y minuciosas. En la revisión debe especificarse la fecha en la que se efectúa la búsqueda y definir con detalle las estrategias empleadas, con el fin de hacer el proceso reproducible.<sup>4</sup>

Es por esto que al inicio del proyecto se utilizará la base de datos Scopus<sup>5</sup>, a la cual se puede acceder a través de los recursos electrónicos de la página web de la Biblioteca UIS, sumado a una revisión de fuentes de información secundarias que puedan contener estudios relevantes para la investigación, tales como artículos de periódicos y revistas, documentales, tesis de posgrado, resumen de congresos, conferencias en video, paginas promotoras de proyectos de innovación (Kickstarter o Crowdfunding) y demás publicaciones reconocidas de internet.

**Fase 4: Obtención y evaluación de la calidad de los estudios.** En esta fase se estarán recopilando los estudios necesarios para la investigación y aplicando los criterios de elegibilidad definidos en la primera etapa de la metodología, con la finalidad de establecer si estos se ajustan a los requerimientos de la investigación en cuanto a riqueza de contenido y pertinencia técnica. Se debe hacer una lectura crítica de toda la literatura seleccionada y una extracción de los datos más importantes de la misma. Al finalizar esta fase, se escribirá un documento en el cual se describirá como se efectuó el proceso de selección de los estudios, así como aquellos que definitivamente serán la base de la revisión. Una vez obtenidos los resultados de la búsqueda, se hará una primera separación, preseleccionando aquellos estudios cuyo título y resumen responda a la pregunta de investigación y que cumplan los criterios de inclusión. Las referencias resultantes de esta preselección, se leerán a texto completo y se valorarán

---

<sup>4</sup> Óp. cit, ARAMBURU p 2.

<sup>5</sup> Scopus es una herramienta para estudios bibliométricos y evaluaciones de producción científica

siguiendo los criterios de selección con el fin de determinar los estudios definitivos a incluir en la revisión sistemática.

Para esta evaluación de calidad se deberá diseñar un formato de lectura crítica con el fin de poder analizar la información de los estudios de una forma estructurada y rigurosa, incluyendo unos criterios y escalas de evaluación. La calificación final de la calidad de los estudios se dará de forma cualitativa a través de ítems de evaluación que responden a los siguientes parámetros: alto, medio, bajo y no clasificable.

**Fase 5: Recopilación de los datos:** El objetivo de esta fase es extraer y recopilar toda la información relevante y necesaria de los estudios seleccionados para la revisión sistemática. En el protocolo se presenta un formulario de recogida de datos que tiene como fin extraer de forma homogénea toda la información relevante de los estudios incluidos en la revisión. Los datos recopilados en el formulario son posteriormente incluidos en unas Tablas de Evidencia que, al presentar la información clave de los estudios, son de gran utilidad para visualizar las similitudes y diferencias entre los mismos. Entre las variables que deben incluirse en estas tablas se encuentran: la referencia bibliográfica, el diseño del estudio analizado, el contexto de la investigación (ubicación, año, circunstancias, etc.), la población y muestra con la que cuenta, los resultados obtenidos, las conclusiones alcanzadas y la valoración de la calidad de la etapa previa.<sup>6</sup>

### **ETAPA III: INTERPRETACIÓN Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS**

**Fase 6: Análisis, presentación e interpretación de los resultados:** Una vez evaluada la calidad de las investigaciones, se está en condiciones de describir y analizar los datos de los estudios incluidos. En el caso de las revisiones sistemáticas el análisis es de tipo cualitativo; lo que se traduce en la redacción de

---

<sup>6</sup> ARAMBURU. Óp. Cit., p. 3.

una discusión narrativa de las características y resultados de los estudios.

**Fase 7. Publicación:** La última e imprescindible etapa de toda revisión sistemática, es su publicación mediante una exposición completa y adecuada de todo el proceso, con independencia de los resultados obtenidos. Para facilitar este trabajo se han publicado algunas guías al respecto, como por ejemplo la *Declaración PRISMA*, la cual es una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas. Se trata de una herramienta para mejorar la claridad y transparencia de la publicación de las revisiones sistemáticas. Presenta una lista de comprobación de 27 ítems que deben incluirse en la publicación de este tipo de investigaciones, además de un modelo de diagrama de flujo de las cuatro etapas de la búsqueda y selección de estudios (identificación, cribado, elegibilidad e inclusión). Las revisiones sistemáticas juegan un papel fundamental en el avance del conocimiento y es una herramienta clave para mostrar la evidencia científica en torno a una pregunta de investigación. Es por tanto preciso compartir este conocimiento con total transparencia mediante la elaboración rigurosa y la publicación de este tipo de estudios.<sup>7</sup>

### **2.2.2 Metodología de análisis de contenido web**

Esta es una metodología orientada principalmente hacia el análisis de los contenidos en los medios de comunicación tales como libros, sitios web, pinturas y leyes<sup>8</sup>. En cada trabajo realizado según esta metodología debe aclararse cuales son los datos que se analizan, como se definen y de que población se extraen; estos deben cumplir ciertos requisitos para servir de base a un análisis de contenido. En otras palabras estos deben poder distinguirse y separarse en unidades, para realizar sobre ellos un muestreo que nos lleve finalmente al registro de los resultados.

---

<sup>7</sup> ARAMBURU. Óp. cit., p. 4.

<sup>8</sup> BABBIE, Earl. The practice of social research. 10 th edition.2004

De acuerdo con Mayer y Quellet<sup>9</sup> existen seis tipos de análisis de contenido, los cuales se describen a continuación:

1. **Análisis de exploración de contenido.** Se trata de explorar un campo de posibilidades, de investigar las hipótesis, las orientaciones o aun de servirse de sus resultados para construir escenarios más adaptados.
2. **Análisis de verificación de contenido.** Pretende verificar el realismo y la fundamentación de la hipótesis ya determinada.
3. **Análisis de contenido cualitativo.** Este tipo de análisis permite verificar la presencia de palabras, temas o de conceptos en un contenido.
4. **Análisis de contenido cuantitativo.** Tiene como objetivo de cuantificar los datos, de establecer la frecuencia y las comparaciones de frecuencia de aparición de los elementos retenidos como unidad de información o de significancia.
5. **Análisis de contenido directo.** Se limita a tomar el sentido literal de lo que se va a estudiar, no se busca descubrir un eventual sentido latente de discurso, se permanece al nivel del sentido manifiesto.
6. **Análisis de contenido indirecto.** En este caso el investigador busca extraer el contenido latente que se escondería detrás del contenido, manifiesto, recurrirá a una interpretación del sentido de los elementos de su frecuencia, de sus asociaciones, etc.

A partir del autor Lopez<sup>10</sup> se pueden identificar como pasos generales del análisis de contenido las siguientes etapas:

1. **Análisis previo o lectura de documentos.** Se trata de leer atentamente y varias veces los documentos a estudiar es lo que se llama generalmente la

---

<sup>9</sup> MAYER, Robert., QUELLET, Francise. Metodologie de recherché pour les interventants sociaux. En: Boucherville, Gaetan Morin Editeur. Paris, 1991. p. 473 – 502.

<sup>10</sup> LOPEZ, Eduardo. El análisis de la realidad social: Métodos y técnicas de investigación. En: Compilación de Manuel García Ferrando, Jesús Ibáñez y Francisco Alvira, 1986. p. 365 – 396.

lectura flotante usada para familiarizarse con los documentos de análisis por las lecturas sucesivas dejando nacer impresiones y orientaciones.

2. **Preparación del material.** Los documentos deben ser desglosados en unidades de significación.
3. **Selección de unidad de análisis.** La unidad de análisis refiere al espacio y el tiempo en los cuales se retendrá la recurrencia de los elementos de investigación.
4. **Explotación de los resultados.** Es una etapa de reorganización del material, análisis y conclusiones.

El análisis de contenido web se implementó en tres fases del proyecto, permitiendo establecer con cada una de ellas la línea a seguir a lo largo del proceso investigativo:

- **Primera fase:** se empleó un análisis de exploración de contenido, con el cual se logró la construcción adecuada del direccionamiento del proyecto para la realización del primer entregable (ficha).
- **Segunda fase:** una vez trazadas las bases estructurales del estudio, se empleó un análisis de contenido cualitativo, el cual ayudó para la construcción del marco teórico, la extracción de nuevas ideas y enfoques, así como también determinar las palabras y conceptos que más se relacionaran con el tema a trabajar, para la construcción de la ecuación de búsqueda utilizada en la revisión sistemática.
- **Tercera fase:** se realizó un análisis de verificación de contenido, donde se comprobó el realismo y los fundamentos de la hipótesis planteada con anterioridad, como resultado de la revisión sistemática elaborada en primera instancia.

### 3. MARCO TEÓRICO

#### 3.1 INNOVACIÓN SOCIAL

La innovación social se define como el desarrollo y la aplicación de nuevas ideas (productos, servicios y modelos) para satisfacer las necesidades sociales, creando nuevas relaciones y colaboraciones en dicho entorno. Ello representa nuevas respuestas a las demandas sociales urgentes en búsqueda del bienestar humano.<sup>11</sup>

Dirigida a la mejora del bienestar humano, presenta innovaciones que son sociales tanto en sus fines como en sus medios, pues mejora la capacidad de los individuos para actuar. Basada principalmente en la inventiva de los ciudadanos, las organizaciones de la sociedad civil, las comunidades locales, las empresas, así como los servicios públicos, brinda oportunidades para el sector público al igual que para los mercados locales, en tanto tiene la visión de que los productos y servicios no solo deben satisfacer mejor las aspiraciones individuales sino también las colectivas.

La innovación social describe todo el proceso por el cual se desarrollan nuevas respuestas a las necesidades sociales, con el fin de obtener los mejores resultados del mismo. Este proceso se compone de cuatro elementos principales:

- Identificación de nuevas necesidades insatisfechas, con soluciones inadecuadas o desconocidas a nivel social.
- Desarrollo de nuevas soluciones en respuesta a estas necesidades sociales.

---

<sup>11</sup> Guide to social innovation, European Commission, February 2013

- Evaluación de la eficacia de las nuevas soluciones que buscan satisfacer las necesidades sociales.
- Escala de las innovaciones sociales eficaces.

### 3.1.1 Concepto de Innovación Social

El concepto de innovación evolutivamente ha venido fortaleciéndose en los últimos años por lo que es posible encontrar diversas definiciones del mismo, aunque todas y cada una de ellas apuntan hacia la misma dirección; idear soluciones para los problemas de índole social que ayuden a mejorar las condiciones de vida, de la población en general.

The National Endowment for Science, Technology and the Arts NESTA, define la innovación social como:

*“ el deseo de satisfacer las necesidades sociales que pueden ser descuidadas por las formas tradicionales de provisión del mercado privado y que a menudo han sido mal atendidas o resueltas por los servicios organizados por el Estado. La innovación social puede tener lugar dentro o fuera de los servicios públicos. Pueden ser desarrolladas por los sectores público, privado o de terceros, o de los usuarios y las comunidades pero igualmente, cierto grado de innovación desarrollado por estos sectores no se puede considerar como la innovación social, ya que no aborda directamente los desafíos sociales más importantes”*<sup>12</sup>

A su vez, la Fundación de la Innovación Bankiter FIB propone que *“la Innovación Social debe ser el método utilizado para lograr un nuevo modelo que no solo se aplique para la creación o mejora de productos y servicios, sino que se extienda a otras áreas afines”*.<sup>13</sup> En este sentido también destacan la vinculación de este concepto al marco de las mejoras sociales y los cambios que pueden operarse en el mismo. Esto nos lleva a dar cuenta de un concepto dinámico, pautado por la

<sup>12</sup> VILLA, Aurelio. Un modelo de evaluación de Innovación Social Universitaria Responsable. España: Universidad de Deusto. Deusto, 2013. p 57.

<sup>13</sup> Ibíd., p. 64.

acción social en donde el rol fundamental lo tienen los actores facilitadores, también denominados agentes sociales o stakeholders.<sup>14</sup>

Por su parte, *The Open Book of Social Innovation*<sup>15</sup>, define la Innovación Social como «las nuevas ideas (productos, servicios y modelos) que al mismo tiempo pueden satisfacer las necesidades sociales y crear nuevas relaciones sociales o colaboraciones. En otras palabras, son las innovaciones que son buenas para la sociedad y que mejoran la capacidad de la sociedad para actuar». No obstante, el libro mencionado anteriormente, también ofrece otras definiciones del concepto. Por ejemplo, la definición sobre innovación social de la Universidad de Stanford propuesta por Phills, Deiglmeier y Miller (2008), gira en torno a la concepción de construir un curso de acción que permita atender las necesidades y problemáticas sociales a partir de tres elementos fundamentales: la eficacia, la eficiencia y la sostenibilidad. Este curso de acción debe estar orientado a aportar beneficios a la sociedad comprendida como un todo, y no a ciertos intereses particulares.<sup>16</sup>

De acuerdo al análisis que realizaron Villa y López (2012), cualquiera sea la definición del concepto, por más amplias que sean, suelen encontrarse entre ellas algunos aspectos comunes:

- Primero, la innovación social debe ser gestionada por los actores facilitadores, quienes pueden revestir características diferentes. Estos pueden ser instituciones gestionadas por el gobierno, o bien ONGs sin fines de lucro además de los nuevos entes emprendedores sociales. No obstante sus particularidades, todos deben adelantar acciones que sigan

---

<sup>14</sup> Fundación de la Innovación Bankinter (FIB) Innovación Social. Reinventando el desarrollo sostenible. [En línea]. Disponible en: [http://www.fundacionbankinter.org/system/documents/8159/original/XII\\_FTF\\_Innovacion\\_Social\\_CASTELLANO.pdf](http://www.fundacionbankinter.org/system/documents/8159/original/XII_FTF_Innovacion_Social_CASTELLANO.pdf). Consultado en 22 de agosto de 2015.

<sup>15</sup> MURRAY, Robin. The open book of social innovation. The young foundation, March 2010

<sup>16</sup> GAULIER-GRICE, Robin; MULGAN, Goeff. The Open Book of Social Innovation. The Young Foundation. The LAB. Innovation public services. 2010

parámetros comunes tales como: garantizar que los emprendimientos creados sean sostenibles y sustentables en el tiempo, proveer bienes y servicios asequibles y críticos para aumentar el nivel de vida de los más desfavorecidos, implementar soluciones creativas e ingeniosas, además de contar con una gran capacidad de organización y proactividad.

- Segundo, la innovación debe, ante todo, resolver un problema social. La innovación se presenta como una iniciativa que intenta dar una respuesta de forma novedosa a un problema o situación social.
- Tercero, la solución debe ser eficaz, eficiente, sostenible y justa. Existen por tanto, algunas características esenciales: la eficacia que se traducen en el logro de los objetivos pretendidos; la eficiencia, que estos se hagan sin dispendios de recursos; la sostenibilidad, que perdure en el tiempo y que sea respetuosa con el medio ambiente; y por último la justicia, que sea equitativa y que promueva una distribución basada en la justicia social.
- Cuarto, el aporte de la innovación social debe añadir valor, así como dirigirse a los intereses de la sociedad en su conjunto, y no a los intereses particulares.
- Quinto, la innovación social es un proceso, no es algo puntual, sino un recorrido por distintas etapas de germinación de ideas y materialización; primero de los resultados y la institucionalización, y en última instancia, de transformación social.

Por último, en el documento “*Bases Conceptuales de una Política de Innovación Social*”, publicado por el Departamento Nacional de Planeación, se define la Innovación Social como:

*“el proceso a través del cual se crea valor para la sociedad mediante prácticas, modelos de gestión, productos o servicios novedosos que satisfacen una necesidad, aprovechan una oportunidad y resuelven un problema social de forma más eficiente y eficaz que las soluciones existentes, produciendo un cambio favorable en el sistema en el cual opera.*

*La Innovación Social se caracteriza por tener potencial de escalabilidad, replicabilidad, ser sostenible, promover mayores niveles de empoderamiento de la comunidad y generar alianzas entre diferentes actores de la sociedad”.*<sup>17</sup>

### **3.1.2 Características de la Innovación Social**

**Originalidad.** Una de las características principales de la innovación social es ser original y asombrosa, esto no se refiere de complejidad técnica, sino por la capacidad para resolver problemas con la mayor eficacia posible. De hecho suelen ser experiencias únicas abordadas por su «novedad» desde diversas disciplinas (sociología, economía, empresarial, trabajo social y otros). Un claro ejemplo de lo descrito es el caso del Banco Grameen —entidad fundada por Yunus, Nobel de la Paz 2006— y los microcréditos. La originalidad de esta puesta en práctica estriba en la generación de un banco para pobres que a través del empoderamiento genera capacidades y capital social.

**Intangibilidad.** La definición general expuesta en el Manual de Oslo<sup>18</sup>, señala que las innovaciones «comprenden los nuevos productos y procesos así como las modificaciones tecnológicas importantes de los mismos. Una innovación — en el ámbito económico— se considera como tal cuando es introducida en el mercado (innovaciones de productos) o utilizada en un proceso de producción (innovaciones de procesos) —lógicamente para reducir costes o mejorar la

---

<sup>17</sup> Bases Conceptuales de una Política de Innovación Social Departamento Nacional de Planeación (DNP). Subdirección de Ciencia, Tecnología e Innovación. Bogotá. 2013.

<sup>18</sup> El Manual de Oslo: Guía para la interpretación y recolección de datos sobre innovación, fue publicado por la Oficina de estadísticas de las comunidades europeas (OECD) en cooperación con la Eurostat en el año de 2006, con el fin de ofrecerles un marco de comparación de sus políticas a los países miembros de la OCDE.

calidad—. En ellas intervienen toda clase de actividades científicas, tecnológicas, de organización, financieras y comerciales»

**Replicabilidad.** Las innovaciones sociales tienden por su esencia a su difusión y a su expansión. Desde esa perspectiva, son innovaciones abiertas que no pretenden la generación de ventajas sobre los competidores, por lo que no tienen que ser protegidas por patentes. Estas, además de producir un impacto local, pueden llegar a trascender a través de cierto dinamismo global.

**Eficacia social.** La innovación social resuelve problemas y logra resultados basados en la satisfacción de las necesidades humanas básicas.<sup>19</sup>

### 3.1.3 Enfoques de la Innovación Social

La Comisión Europea dentro del análisis de las distintas innovaciones sociales en Europa, clasifica la innovación social en relación a tres enfoques<sup>20</sup>:

**Primer enfoque: La perspectiva de la demanda social.** Este tipo de innovaciones responden a aquellos grupos y comunidades que son más vulnerables y menos capaces de implicarse y beneficiarse de la economía de mercado.

**Segundo enfoque: La perspectiva de los desafíos sociales.** La innovación, en este caso, se caracteriza por ser un proceso que aborda «desafíos sociales» a través de nuevos tipos de relaciones entre actores sociales.

**Tercer enfoque: La perspectiva de los cambios sistémicos.** Dichas innovaciones sociales se refieren a un proceso que produce cambios sostenidos en las actitudes y el comportamiento humano, y las consecuentes

---

<sup>19</sup> VILLA. Óp. Cit., p 67.

<sup>20</sup> HAHN, Johannes y ANDOR, Laszlo. Guide to Social Innovation. En: European Commission February, 2013. p 6.

responsabilidades de las organizaciones y sus clientes, y las relaciones entre ellos.<sup>21</sup>

### 3.1.4 Etapas de la innovación social

Murray Et al consideran seis etapas de la Innovación Social (ver figura 3), que incluyen el diagnóstico del problema; la generación de propuestas; el desarrollo de un prototipo y su consiguiente modelo de negocio, y por último se encuentra la estrategia de ampliación, que eventualmente puede llegar a provocar un cambio sistémico.<sup>22</sup>

**Figura 3.** Espiral de la innovación social



Fuente: Murray Et al 2010

Para cada una de estas etapas, se puede aplicar un mecanismo de medición, tal como se observa en la Tabla 1.

<sup>21</sup> VILLA. Óp. Cit., p 68.

<sup>22</sup> BUCKLAND, Heloise y MURILLO, David. La Innovación Social en América Latina: Marco conceptual y agentes. En: Instituto de Innovación Social de ESADE y Fondo Multilateral de Inversiones (Banco Interamericano de Desarrollo). 2014.

**Tabla 2.** Las etapas de la innovación Social y los mecanismos para medir su impacto

<b>ETAPA</b>	<b>MECANISMOS DE MEDICIÓN</b>
Diagnóstico y análisis	Evaluación participativa; investigación aplicada; modelos de pensamiento sistémico; peticiones en línea
Propuestas e ideas	Encuestas a los usuarios; votaciones online y wikis; bancos de ideas y buzones de sugerencias; foros, asambleas y comisiones de ciudadanos
Prototipos y pruebas piloto	Pruebas controladas aleatorias; pruebas beta y pruebas abiertas; prototipos lentos y rápidos; encuestas a usuarios
Desarrollo del modelo de negocio	Análisis de los ingresos y los resultados; evaluación de la inversión versus el impacto social; cuadro de mando integral e informes de RSE
Ampliación y difusión	Matrices de contabilidad social; uso de franquicias y licencias; beneficio de la inversión social; contabilidad de valor compartido; auditoría social
Cambio sistémico	Comparativa de resultados; existencia de nuevos sistemas de producción, distribución, regulación y consumo

Fuente: Adaptado de Buckland y Murillo (2013)

### 3.1.5 Cinco variables para entender la Innovación Social

El creciente interés por la Innovación Social va acompañado de una demanda, también cada vez mayor, de mecanismos para determinar los tipos de enfoques más efectivos, y analizar su impacto y su viabilidad a largo plazo.<sup>23</sup>

La oleada de iniciativas de Innovación Social para hacer frente a los diversos y complejos retos ecológicos, sociales y económicos actuales está creciendo a un ritmo acelerado en todas partes del planeta. Se observa un incremento no solo del número de iniciativas, sino también de la diversidad de enfoques, que van desde las múltiples plataformas de la economía colaborativa que ofrecen soluciones abiertas para todo tipo de sectores (véase, por ejemplo, el directorio de iniciativas

<sup>23</sup> Ibíd.

de la plataforma de economía colaborativa OuiShare) hasta la aceleración de plataformas de crowdfunding<sup>24</sup>, que ofrecen a los emprendedores para llevar a cabo sus proyectos, una accesibilidad financiera jamás vista.

Paralelamente al incremento del número de iniciativas para resolver los problemas sociales, surgen nuevos mecanismos de apoyo para los emprendedores sociales y la Innovación Social. Entre ellos, se observan actividades en diversos ámbitos, que van desde la inversión de impacto del sector privado hasta las iniciativas públicas que apoyan a jóvenes emprendedores a través de programas educativos en institutos e incluso, mediante la incubación de nuevos proyectos. En este sentido, varias universidades ofrecen programas de formación y actividades de investigación sobre la Innovación Social. A esto se le tiene que sumar que los mismos emprendedores sociales apuestan por el lanzamiento de iniciativas que apoyan a sus homólogos a través de programas de formación e incubación como parte de espacios de co-working.

Este ecosistema de Innovación Social tan diverso y fértil provoca también una inquietud entre los diferentes tipos de promotores de esta iniciativa, como son las agencias públicas, las empresas interesadas en posicionarse en la cresta de la ola de la Innovación Social y las entidades financieras que apuestan por el valor compartido (social y financiero). En este marco, las preguntas que se plantean suelen estar orientadas al impacto y a los resultados de una iniciativa de Innovación Social, como, las presentadas en la tabla 2, a continuación:

---

<sup>24</sup> “Cooperación colectiva, llevada a cabo por personas que realizan una red para conseguir dinero u otros recursos, utilizando Internet para financiar esfuerzos e iniciativas de otras personas u organizaciones”. En página web Seed Quick. [En línea]. Disponible en: <http://www.seedquick.com/>. Consultado en 01 de octubre de 2015.

**Tabla 3.** Cinco variables para analizar la Innovación Social

TEMA	PREGUNTAS QUE PLANTEA
Impacto social	¿Hasta qué punto la iniciativa logra la transformación social deseada y resuelve el problema abordado?
Sostenibilidad económica	¿Cuál es el modelo de financiación y qué estrategias se han adoptado para garantizar su supervivencia en el futuro?
Tipo de innovación	¿Es una innovación cerrada o abierta (puede ser replicada por otros)? ¿Se basa en algún concepto anterior?
Colaboración intersectorial	¿Quiénes son los diferentes actores implicados en la iniciativa y cómo se relacionan entre ellos?
Escalabilidad y	¿En qué medida la iniciativa se puede ampliar o multiplicar? ¿En qué condiciones se puede replicar en una situación

Fuente: Adaptado de Buckland y Murillo (2013)

### 3.2 CIUDADES INTELIGENTES

Una Smart City, o Ciudad Inteligente, se pueden describir como aquella ciudad que aplica las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC) con el objetivo de proveerla de una infraestructura que garantice un desarrollo sostenible, un incremento de la calidad de vida de los ciudadanos, una mayor eficacia de los recursos disponibles y una participación ciudadana activa. Por lo tanto, son ciudades que son sostenibles económica, social y medioambientalmente. La Smart City nace de la necesidad de mantener una armonía entre cada uno de estos aspectos.<sup>25</sup>

Hay diferentes parámetros por los que una ciudad es más valorada que otra. Son diez las dimensiones clave que estas deben tener en cuenta al momento de postularse para el título de Smart City: Gobernanza, planificación urbana, gestión pública, tecnología, medioambiente, proyección internacional, cohesión social,

<sup>25</sup> Smart Cities. En: Página web Endesa Educa. [En línea]. Disponible en: [http://www.endesaeduca.com/Endesa\\_educa/recursos-interactivos/smart-city/](http://www.endesaeduca.com/Endesa_educa/recursos-interactivos/smart-city/). Consultado en 01 de octubre de 2015.

movilidad y transporte, capital humano y economía.<sup>26</sup> A continuación se presenta un listado de cinco ciudades a nivel mundial que aplican la innovación social como parte de su plan estratégico:

1. Tokyo: es la ciudad con el primer puesto en capital humano y gestión pública. Sin embargo, en cohesión social ha quedado muy relegada sobre todo por el terremoto de Fukushima y el posterior tsunami.
2. Londres: mantiene niveles altos en casi todas las dimensiones, destacando especialmente en proyección internacional y tecnología. Sin embargo, en gestión pública y cohesión social tiene valores relativamente bajos.
3. Nueva York: es la ciudad más poblada de Estados Unidos y la segunda con la aglomeración urbana más grande del continente después de México D. F. Es una de las ciudades más importantes en cuanto a capital humano y economía a nivel mundial.
4. Zúrich: se trata de la principal ciudad de Suiza, y es el motor financiero y centro cultural del país. Destaca en la dimensión medioambiental y en los aspectos de movilidad y transporte.
5. París: es el destino turístico más popular del mundo, superando los 40 millones de turistas extranjeros al año. Sobresale en proyección internacional, tecnología, movilidad y transporte.

---

<sup>26</sup> ¿Qué es una Smart City? Top 5 ciudades inteligentes. En: Página web Sostenibilidad Para Todos. [En línea]. Disponible en: <http://www.sostenibilidad.com/que-es-una-smartcity-top-5-ciudades-inteligentes>. Consultado en 01 de octubre de 2015.

## 4. EJECUCIÓN DE LA REVISIÓN

### 4.1 EXPLORACIÓN DE LA LITERATURA

Para el proceso de búsqueda de los documentos que se utilizaron en la realización de la revisión sistemática, se delimitaron tres palabras clave: innovación social, tecnologías y ciudades inteligentes. Luego de esto y partiendo de la delimitación establecida, se desarrolló la búsqueda en cuatro etapas:

- Búsqueda de artículos en bases de datos, que tengan como tema principal a la innovación social.
- Lectura del resumen del artículo, con la finalidad de encontrar términos que ayuden a enriquecer la búsqueda y aumenten las probabilidades de encontrar mayor material de trabajo.
- Realización de combinaciones de búsqueda entre los términos encontrados y el de innovación social.
- Generación de la ecuación de búsqueda definitiva.

#### 4.1.1 Ecuación de búsqueda

Partiendo del concepto de “Innovación Social” se hizo una búsqueda preliminar de publicaciones, que se constituyeron en fundamento para establecer los términos afines con el tema de estudio. Luego se inició el diseño de la ecuación de búsqueda en la base de datos Scopus, en donde se comprobó que los artículos seleccionados presentaran en su abstract o resumen sin ningún tipo de separación, las palabras Innovación Social. Como tercer paso se refinó la búsqueda mediante la selección de artículos en, español, inglés, portugués y francés que hubiesen sido publicados en una ventana de observación desde el año 2000 en adelante. Luego de concretar la ecuación de búsqueda definitiva, se replicó en las bases de datos Web Of Science en donde se obtuvieron 372

artículos y ProQuest en donde se localizaron 498 artículos respectivamente. Estos resultados se pueden visualizar en la Tabla 3 presentada a continuación.

**Tabla 4.** Creación de la ecuación de búsqueda

<b>Periodo de Tiempo</b>	2000 – 2016
<b>Base de Datos</b>	Scopus, ProQuest y Web of Science
<b>Términos</b>	Social, Innovation, Development, Experiences, Economic, Policy, New Technology, Projects, Improvement, Life Quality, Growth, Sustainable Development, Smart City
<b>Criterios de Inclusión</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Documentos con fecha de publicación posterior al año 2000</li> <li>• Documentos en Español, Inglés, Portugués y Francés</li> <li>• Documentos en cuyo abstract, se encuentren juntas las palabras "SOCIAL INNOVATION"</li> <li>• Documentos que incluyan artículos</li> </ul>

<b>Ecuación de búsqueda<sup>27</sup></b>		
<p><i>TITLE-ABS-KEY<sup>28</sup> ((SOCIAL INNOVATION) OR (TECHNOLOGY)) OR (SOCIAL DEVELOPMENT PROJECT*) OR (SUSTAINABLE DEVELOPMENT) OR (SOCIAL LIFE QUALITY IMPROVEMENT) OR (SOCIAL INNOVATION AND POLICY) OR (SOCIAL INNOVATION AND SMART CIT*) OR (SOCIAL INNOVATION EXPERIENCES) AND PUBYEAR &gt; 2000 AND ABS(SOCIAL PRE/1 INNOVATION) AND ( LIMIT-TO(LANGUAGE,"English" ) OR LIMIT-TO(LANGUAGE,"Spanish" ) OR LIMIT-TO(LANGUAGE,"French" ) OR LIMIT-TO(LANGUAGE,"Portuguese" ) ) AND ( EXCLUDE(DOCTYPE,"ch" ) OR EXCLUDE(DOCTYPE,"bk" ) ) AND ( LIMIT-TO(DOCTYPE,"ar" ) OR LIMIT-TO(DOCTYPE,"ip" ) )</i></p>		
<b>Resultados</b>		
<b>Scopus</b>	<b>ProQuest</b>	<b>Web of Science</b>
470 articles	498 articles	372 articles

<b>COMBINACION</b>	<b>RESULTADOS (Solo Artículos)</b>
ABS ( social PRE/1 innovation )	518
ABS ( social PRE/1 innovation ) AND ( new technology )	230
ABS ( social PRE/1 innovation ) AND ( smart cit* )	28
ABS ( social PRE/1 innovation ) AND ( social development project* )	156
ABS ( social PRE/1 innovation ) AND ( sustainable development )	172
ABS ( social PRE/1 innovation ) AND ( social life quality improvement )	7
ABS ( social PRE/1 innovation ) AND ( policy )	317
ABS ( social PRE/1 innovation experiences )	47

Fuente: Scopus

A pesar que de que ProQuest presentó una cantidad de artículos mayor a Scopus, se decidió trabajar con los resultados de esta última, debido a que cuenta con una

<sup>27</sup> Esta fue creada en el buscador de la base de datos Scopus

<sup>28</sup> Campo combinado que busca resúmenes, palabras clave y títulos de artículos

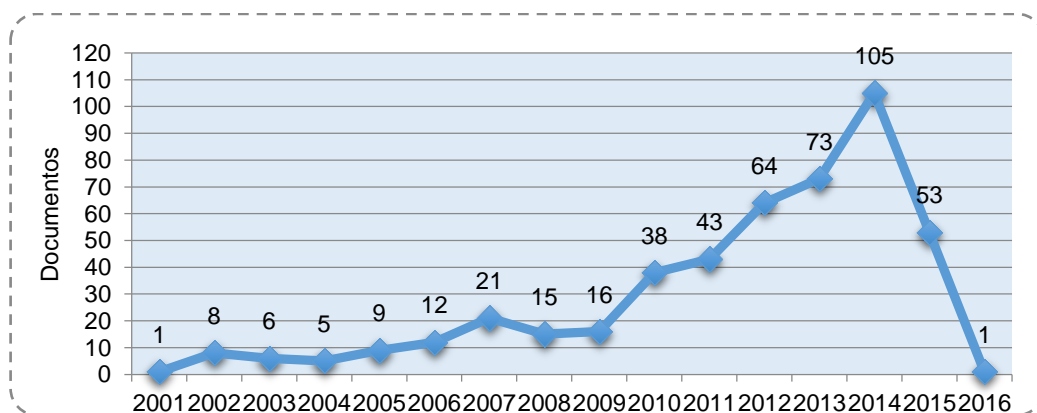
aplicación nativa que permite visualizar la descripción estadística de resultados; pieza clave para la realización del análisis bibliométrico, tal como se acota a continuación.

#### 4.1.2 Resultados de la búsqueda en la base de datos

El presente análisis se realizó de acuerdo a los resultados obtenidos en la base de datos Scopus, la cual permite visualizar un resumen de los datos encontrados según la ecuación de búsqueda planteada.

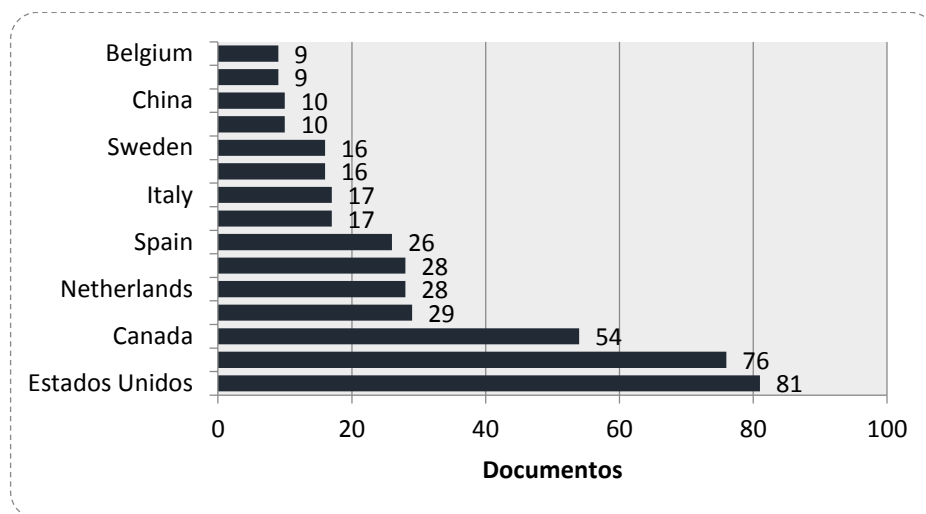
De acuerdo a la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, es posible preciar que luego del año 2009, se presentó un crecimiento sostenido en cuanto a la producción de artículos relacionados con esta temática, alcanzando su mayor pico en el año 2014; periodo en el cual se llegó a un máximo de 105 publicaciones en el año. Durante este mismo periodo, Estados Unidos fue el país con el mayor número de publicaciones llegando a un total de 21 artículos publicados, seguido de cerca por el Reino Unido con un total de 12 artículos, Canadá con 12 y Francia con 9 artículos publicados respectivamente. Asimismo las ciencias sociales y la gestión empresarial, fueron los temas más tratados en estas publicaciones con un 55% y un 26% respectivamente.

**Figura 4.** Documentos por año



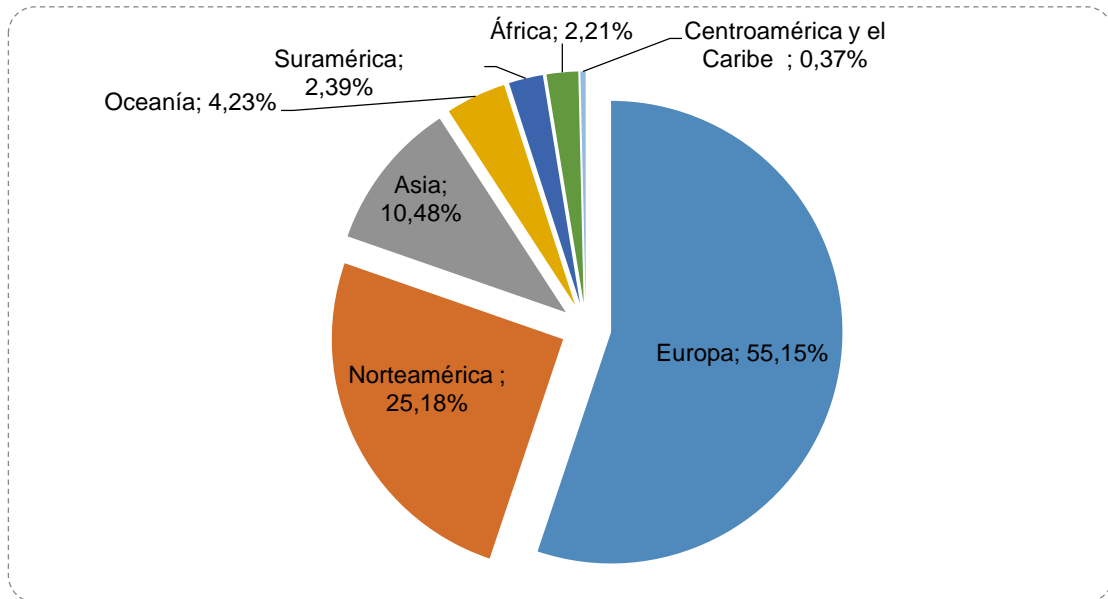
Tal como se muestra en la referencia, es posible apreciar la marcada influencia que tienen Estados Unidos, el Reino Unido y Canadá en cuanto a la producción de artículos científicos relacionados con la Innovación Social. Esto se debe al alto grado de desarrollo económico, tecnológico y social que presentan estos países, los cuales se encuentran un paso adelante en lo que se refiere a la solución de problemas que involucren a su población general.

**Figura 5.** Países con mayor número de publicaciones



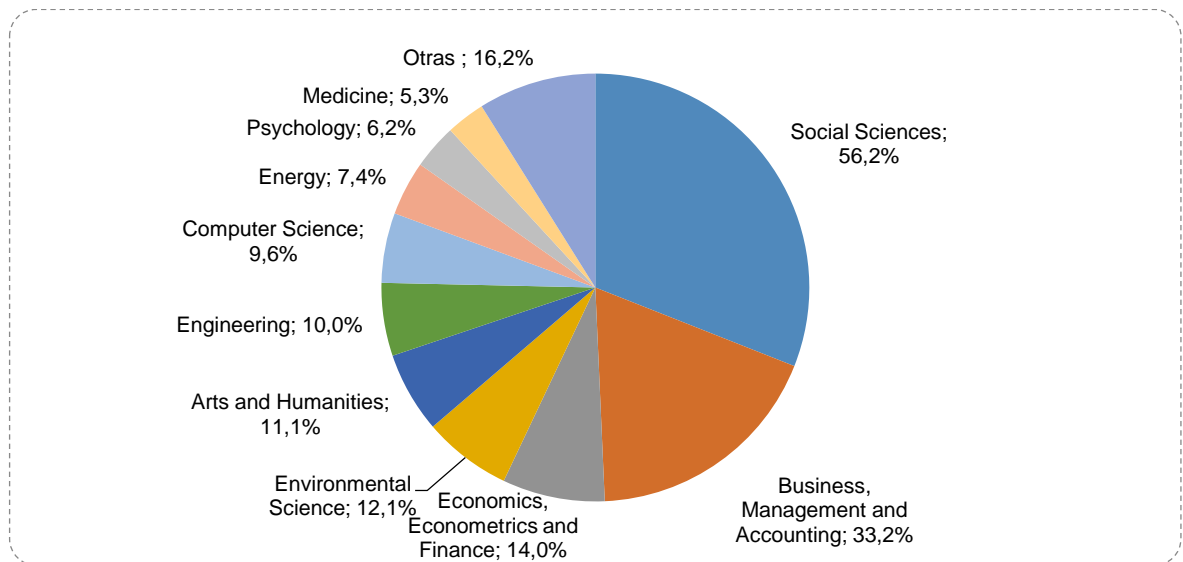
En consecuencia, en la referencia es posible apreciar que Europa y Norteamérica son los dos continentes que se encuentran a la vanguardia en cuanto a la producción científica e Innovación Social se refiere, con un porcentaje combinado del 83% perteneciente a artículos publicados en los últimos 15 años. En lo que respecta a nuestro país, Colombia muestra una incipiente participación dado que se registra únicamente un artículo titulado “*Análisis de una innovación social: El Comité Universidad Empresa - Estado del Departamento de Antioquia (Colombia) y su funcionamiento como mecanismo de interacción*” publicado en el 2015 por la Universidad Nacional de Colombia.

**Figura 6.** Publicaciones por continente



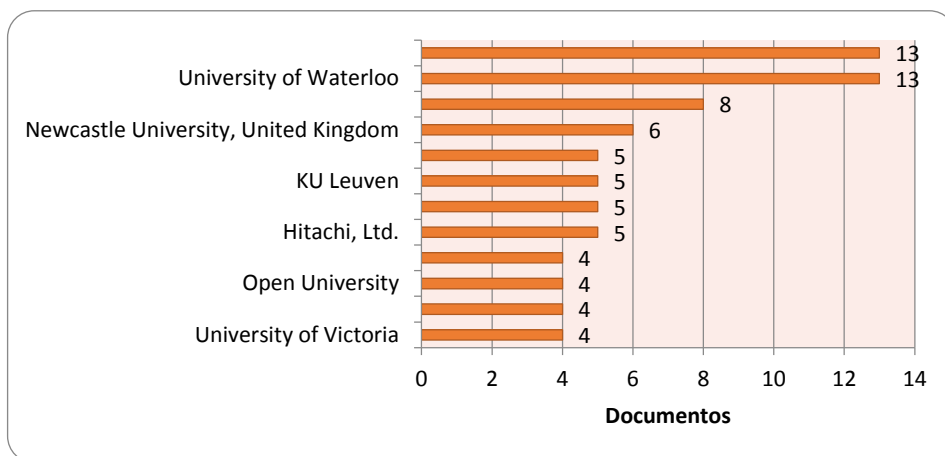
En cuanto a las áreas de estudio sobre las cuales se han generado publicaciones relacionadas con la Innovación Social, se destacan las ciencias sociales, así como la rama de negocios, gestión empresarial y finanzas, las cuales representan el 89% de las publicaciones arrojadas por la ecuación de búsqueda. (Ver referencia)

**Figura 7.** Documentos por área de estudio



En la referencia, se evidencia que las universidades de Canadá, Reino Unido y España con 30, 22 y 10 publicaciones respectivamente son las que tienen un mayor porcentaje de desarrollado de trabajos fundamentados en la innovación social. Donde la universidad de Quebec Montreal y la universidad de Waterloo presentan el mayor número de publicaciones con 13 cada una, seguido de la universidad de Oxford con 8. Sin embargo las demás instituciones de educación superior participan en la generación de publicaciones con un número que oscila entre 4 y 6. Esto significa que existe una tendencia similar en cuanto a su número total de artículos.

**Figura 8.** Instituciones con mayor número de publicaciones



En otros términos de búsqueda y según lo ilustrado en la referencia, la Doctora Frances Westley<sup>29</sup> es quien se encuentra a la cabeza de los autores más participativos e importantes en cuanto a la publicación de artículos relacionados con el tema de la Innovación Social. Esta catedrática se desempeña desde el

<sup>29</sup> Frances Westley es una renombrada erudita y consultora en las áreas de innovación social, las estrategias para el desarrollo sostenible, el cambio estratégico, liderazgo visionario y la colaboración entre organizaciones. Ocupó el cargo de Directora del Instituto Nelson de Estudios Ambientales (2005-2007) en la Universidad de Wisconsin-Madison, luego de esto se unió a la Universidad de Waterloo como Presidenta en Innovación Social en julio de 2007. Su libro más reciente, (Random House, 2006) se centra en la dinámica de la innovación social y el emprendimiento institucional en los sistemas adaptativos complejos. Algunos de sus experimentos en Conciliense (Island Press, 2004), se centran en la dinámica de la colaboración inter-organizacional e interdisciplinaria en la gestión de los problemas ecológicos y de conservación mundial.

2007 en la Universidad de Waterloo, ubicada en Ontario – Canadá. Es una de las principales líderes de la amplia iniciativa canadiense de Innovación Social, a la cabeza del Waterloo Institute for Social Innovation and Resilience y de la *Social Innovation Generation*<sup>30</sup>. Este último es una entidad de ámbito nacional encargado de enfrentar los desafíos ecológicos y sociales canadienses, mediante la creación de una cultura continua de Innovación Social. En segunda instancia se encuentran dos autores con igual número de artículos (6) Moulaert y Harrisson. Posteriormente se encuentran 7 articulistas con producciones similares en cuanto a cantidad se refiere.

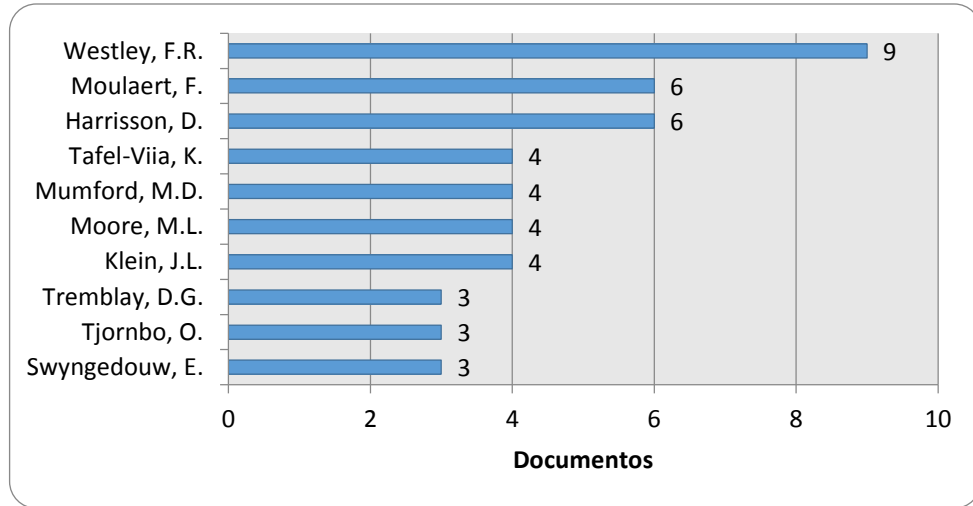
La prueba fehaciente de su significativa productividad se aprecia en la referencia, donde se muestran sus artículos publicados desde el año 2010 hasta 2014.

**Tabla 5.** Publicaciones de la Dra. Frances Westley en el tema de Innovación Social

#	NOMBRE DE LA PUBLICACIÓN	AÑO DE PUBLICACIÓN
1	¡Error! Referencia de hipervínculo no válida.	2014
2	¡Error! Referencia de hipervínculo no válida.	2014
3	Document Impact Metrics for Social Innovation: Barriers or Bridges to Radical Change?	2012
4	¡Error! Referencia de hipervínculo no válida.	2012
5	¡Error! Referencia de hipervínculo no válida.	2012
6	¡Error! Referencia de hipervínculo no válida.	2012
7	¡Error! Referencia de hipervínculo no válida.	2011
8	¡Error! Referencia de hipervínculo no válida.	2010
9	¡Error! Referencia de hipervínculo no válida.	2010

<sup>30</sup> El Instituto de Innovación Social de Waterloo y Resiliencia (WISIR) fue fundado como una empresa conjunta entre la Universidad de Waterloo con su Facultad de Medio Ambiente y la Facultad de Artes. WISIR es un resultado del proyecto Generación de Innovación Social de la Universidad de Waterloo que forma parte de una iniciativa nacional enfocada en optimizar la comprensión y la perpetuación de la innovación social.

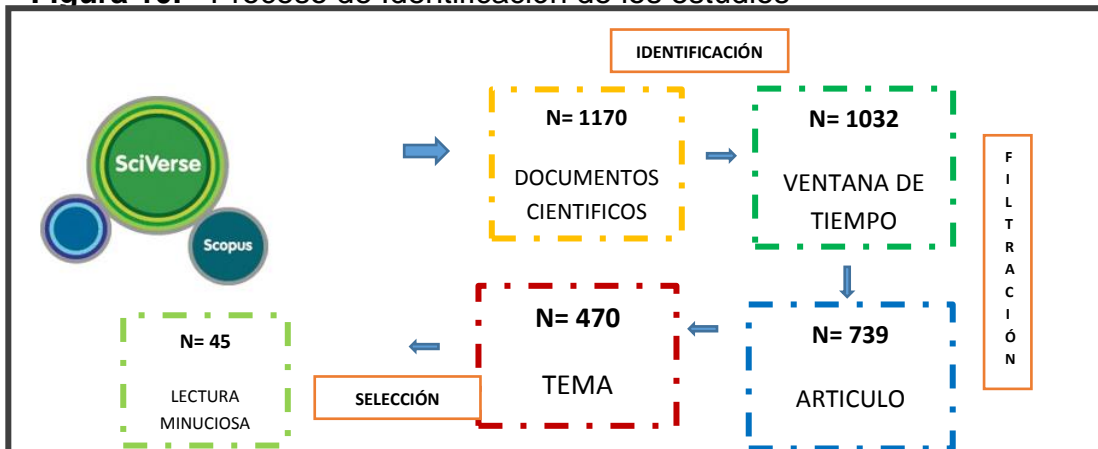
**Figura 9.** Autores más relevantes para el tema de Innovación Social



## 4.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS ESTUDIOS

La selección de los documentos se inició a partir de la búsqueda de artículos en la plataforma de Scopus, aplicando la ecuación base y tomando como criterio, título, resumen y palabras clave. Como resultado de dicha búsqueda, se encontraron 1170 documentos, a los cuales se les aplicó un análisis de identificación representado en la figura a continuación:

**Figura 10.** Proceso de Identificación de los estudios



Luego de hacer un análisis global de los estudios identificados acerca del objetivo de investigación, se procedió a la lectura minuciosa y analítica del abstract o resumen de cada uno de ellos, con el fin de realizar una pre-selección según su aporte potencial a la revisión final de la literatura en los aspectos tales como: obtención de agua potable en zonas marginales, generación de energías limpias, tratamiento de residuos, uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación, así como temas de construcción civil. En el anexo A se puede ver la lista de los 45 artículos finales seleccionados para el proyecto.

Adicionalmente, con el ánimo de fortalecer los resultados e identificar otros tipos de tecnologías, se realizó por medio de la metodología planteada, una revisión de contenidos web en varias páginas de ciencia y tecnología, tales como History Channel, National Geographic Channel, también en páginas de emprendimiento como Kickstarter y en diversos portales enfocados en temas alusivos a la Innovación Social.

### **4.3 EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y SELECCIÓN DE LOS ESTUDIOS**

#### **4.3.1 Criterios de calidad**

Después de emplear la metodología de revisión sistemática y análisis de contenidos web, se aceptaron los proyectos que reflejaron en su contenido las siguientes características:

- La innovación aplicada representó una solución viable para problemas que afectan a los habitantes de un centro poblado, con gran impacto.
- Los proyectos tratados implicaron el uso de tecnología, ya sean nuevos desarrollos o la utilización de las tecnologías existentes de una forma diferente.
- El estudio debía estar en fase de desarrollo final o implementación.

## 5. REPORTE DE RESULTADOS

### 5.1 REVISIÓN DE LA LITERATURA

La recopilación y posterior análisis de la literatura existente relacionada con la Innovación Social mediante la aplicación de tecnologías en ciudades inteligentes, dio como resultado la identificación de los tópicos más relevantes para el funcionamiento sostenible de una ciudad, entre los cuales se encuentran la necesidad de contar con agua potable para el consumo de la población, energía eléctrica constante y económicamente asequible, así como la eficiente disposición, tratamiento y transformación de los residuos.

#### 5.1.1 Obtención de agua potable

El mundo se está quedando sin reservas de agua dulce. Se estima que cerca de 2/3 partes de los afluentes del mundo presentaran escasez de agua para el año 2030. Sólo el 0,01% de toda el agua en el mundo es accesible sin necesidad de desalinización del agua marina, sin embargo la desalinización tiene una alta demanda energética y por lo tanto es un importante emisor de gases de efecto invernadero. Una planta de desalinización de 500kL/día emite el equivalente a 1.000.000 de toneladas de CO<sub>2</sub> por año o un extra de 220.000 automóviles en la carretera cada año.<sup>31</sup>

Esto sin contar que la población del planeta crece rápidamente. Los análisis indican que, de mantenerse las prácticas actuales, a nivel mundial habrá una carencia de un 40% entre la demanda prevista y el suministro disponible en 2030 ya que para saciar la sed de los 9000 millones de personas que vivirán en el planeta, se requerirá cerca de un 50 % más de agua potable. Actualmente, al

---

<sup>31</sup> CETO Freshwater. [En línea]. Disponible en: <http://carnegiwave.com/ceto-freshwater/>. Consultado en 03 de enero de 2016.

menos 748 millones de habitantes a nivel mundial, no tienen acceso a agua potable segura. Las malas condiciones de saneamiento, suministro de agua e higiene, provocan alrededor de 675.000 muertes prematuras cada año. Asimismo la falta de acceso a agua segura redonda en pérdidas económicas equivalentes al 7 % del Producto Interno Bruto (PIB) anual en algunos países.

Es debido a lo expresado anteriormente, que el garantizar la disponibilidad de agua, su gestión sostenible y el saneamiento para todos, es uno de los Objetivos de mayor importancia planteados en la Cumbre para el Desarrollo Sostenible, que se llevó a cabo en septiembre de 2015<sup>32</sup>. En dicha cumbre los Estados Miembros de la ONU aprobaron la Agenda 2030 con un conjunto de 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) con los cuales se busca poner fin a la pobreza, luchar contra la desigualdad y la injusticia, y hacer frente al cambio climático.

El objetivo 6 sobre agua limpia y saneamiento básico, busca que se desarrollen determinadas iniciativas para la obtención de agua potable con el fin de suplir la necesidad de la población en las diversas regiones del planeta que actualmente requieren de este preciado líquido. A continuación se presentan algunas de estas innovadoras iniciativas.

➤ *Destilación Térmica Solar - HydroRevolution* <sup>33</sup>

Esta iniciativa se está llevando a cabo en California - Estados Unidos por parte de la empresa WaterFX<sup>34</sup>, en respuesta a la necesidad de agua potable que presentan los agricultores al momento de riego de sus cultivos, teniendo en cuenta los efectos negativos que afectan las fuentes hídricas naturales y el régimen de

---

<sup>32</sup> HAYES, D.W.J., y KIPPS, J.A.L. Salt-gradient solar ponds from concentrated subsurface agricultural drainage waters: Desalination. San Joaquin Valley, California, 1992. p. 301-309.

<sup>33</sup> LI, C., GOSWAMI, Y y STEFANAKOS, E. Solar assisted sea water desalination. En: Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2013. 136-163.

<sup>34</sup> WaterFX es un productor independiente de agua y de construcción de sistemas de desalinización solar sostenibles para proporcionar fuentes asequibles de agua dulce. Es la empresa encargada de la entrega constante de agua para la agroindustria y otros usuarios de agua comerciales en su país.

lluvias, generados por el cambio de las variables climáticas y el aumento continuo de las temperaturas.

HydroRevolution es una planta de desalinización que utiliza como fuente de energía la radiación solar para generar agua dulce a partir del agua de mar, sin que con esto se conlleve los efectos ambientales nocivos y la demanda de energía que generalmente se requeriría en el proceso tradicional de desalinización de agua marina.

El método de destilación solar térmica empleada por la empresa; Aqua4™, genera agua dulce a un costo operativo menor que la ósmosis inversa de las instalaciones de desalinización tradicionales, además de tener la capacidad de tratar una amplia variedad de fuentes de agua.

Los paneles solares de este tipo de plantas, son capaces de concentrar la energía proveniente del sol hasta 36 veces, debido a que simulan el efecto generado por una lupa cuando los rayos del sol pasan a través de esta. La energía obtenida calienta el aceite mineral que recorre las tuberías de la planta y se encarga de evaporar el agua salada contenida en la caldera, recreando de esta manera el proceso de ósmosis inversa que separan las moléculas de agua, de aquellas sales minerales u otros desechos más pesados que se encuentran presentes en el agua de mar. Como resultado de este proceso, se obtiene agua potable para consumo y riego, así como cristales de sal que son empleados en diversas aplicaciones industriales tales como la producción de carbonato sódico sintético ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), hipoclorito cálcico ( $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ ), el dióxido de cloro ( $\text{ClO}_2$ ), o el clorato sódico ( $\text{NaClO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ).

El sistema de destilación solar Aqua4™ utilizado por HydroRevolution es capaz de tratar cualquier fuente de agua contaminada o no apta para el consumo humano o aquella utiliza en aplicaciones industriales, con una tasa de recuperación de más

del 90% de agua dulce (en comparación con el 50% para el agua de mar resultante de la desalinización tradicional), con el potencial añadido de no generar residuos líquidos.

Al utilizar energía renovable, se elimina la necesidad de tener que ubicarse en las cercanías de una fuente de energía; como son las plantas eléctricas, desestimando con esto el uso de combustibles fósiles y reduciendo de manera drástica la huella de carbono asociada a menudo con proyectos de desalinización. El sistema Aqua4™ funciona mediante la recopilación de la energía solar térmica, la cual sirve como fuente para alimentar el proceso de destilación, evaporando y separando el agua dulce de cualquier fuente salobre y dejando tras ella las sales minerales más pesadas. La bomba de calor única de este sistema, almacena el exceso de calor de un ciclo de tratamiento para ser reutilizado posteriormente, disminuyendo el consumo de energía e incrementando la eficiencia global.

En la Tabla 5 se muestran los componentes del sistema, así como sus funciones asociadas. En tanto, que en la referencia, se aprecian los paneles que son utilizados para la generación de la energía necesaria para el sistema Aqua4™.

**Tabla 6.** Sistema Aqua4™

<b>Componente</b>	<b>Aplicación</b>
Colector térmico solar	Maximizar la energía solar utilizada para generar calor para el sistema
Sistema de transferencia de calor	Aceite mineral que transporta el calor térmico solar hacia una bomba de calor que optimiza la eficiencia y utilización del calor
Sistema de Destilación multi-efecto (MED)	Evapora el agua dulce desde la fuente de agua que ha de ser tratada. Puede tratar agua contaminada o no apta con un máximo de 100.000 ppm de total de sólidos disueltos
Dispositivo para almacenamiento de energía solar térmica	Captura el exceso de calor de durante el tiempo en que no hay energía solar disponible, permitiendo que el sistema opere consistentemente veinticuatro horas al día, los siete días de la semana

Fuente: sitio web <http://waterfx.co/aqua4/>

**Figura 11.** Paneles utilizados en la planta de purificación Aqua4



Fuente: sitio web <http://waterfx.co/aqua4>

➤ *Sistema CETO*

La empresa Australiana Carnegie Wave Energy Limited<sup>35</sup> creó un novedoso sistema que genera energía renovable y agua limpia. La firma ha encendido la primera estación piloto de energía undimotriz<sup>36</sup> conectada a una red eléctrica en la costa occidental de Australia. La sorprendente tecnología, bautizada con el nombre de CETO en honor a una diosa griega que personifica los peligros del océano, transforma la energía que provee las olas del mar en energía eléctrica renovable y agua desalinizada.<sup>37</sup>

El funcionamiento de la tecnología CETO es sencillo: Las boyas se encuentran ubicadas a 1 y 2 metros bajo las olas, zona donde se capta el mayor caudal de energía (CETO es un sistema totalmente sumergido, evitando así el impacto

---

<sup>35</sup> Carnegie Wave Energy Limited es el inventor, propietario y desarrollador de la tecnología de la energía de onda patentada CETO que convierte el movimiento del océano en emisiones de energía renovable, además de desalinizar el agua salada transformándola en agua dulce.

<sup>36</sup> La energía undimotriz, u olamotriz, es la energía que permite la obtención de electricidad a partir de energía mecánica generada por el movimiento de las olas.

<sup>37</sup> CETO, sistema que genera energía y purifica agua con las olas del mar. 30 de septiembre de 2015. [En línea]. Disponible en: <http://www.energiyahoy.com/site/ceto-sistema-que-genera-energia-y-purifica-agua-con-las-olas-del-mar/>. Consultado en 22 de diciembre de 2015.

visual). Cada boya va unida a un pistón o bomba mediante una línea de sujeción, la que a su vez está anclada al fondo del mar. A medida que la boya oscila en diferentes sentidos; siguiendo el vaivén de las olas, se mueve un pistón, el cual al subir y bajar comprime y desplaza el agua de mar a alta presión a través de una tubería submarina, para finalmente llevar esta presión de agua a la planta generadora, ya sea para producir energía eléctrica mediante el uso de turbinas y/o desalinizarla mediante el principio de ósmosis inversa<sup>38</sup>.

De esta manera, el proceso para generar energía opera como un circuito cerrado, mientras que cuando se ocupa para desalinización es un circuito abierto en que el agua desalinizada queda en tierra y el resto se devuelve al sistema.<sup>39</sup>

Las boyas están dispuestas entre los 50 y 80 metros de profundidad y su distancia desde la costa dependerá de las condiciones del sector, pudiendo ser a 200 metros o más. De esta forma, todos los componentes de generación eléctrica y maquinaria de desalinización están ubicados en seco, sobre la costa, donde el mantenimiento es más sencillo y menos costoso. Adicionalmente se suprimen los cables de transmisión eléctrica submarinos.<sup>40</sup>

En forma resumida, el sistema obtiene su energía gracias a que unas boyas gigantes de 54 toneladas son amarradas a bombas hidráulicas ubicadas en el lecho marino. El oleaje agita constantemente las boyas convirtiendo ese movimiento en energía cinética, la cual se encarga de enviar agua a alta presión por una red de tuberías hasta una central eléctrica ubicada en la costa. El agua presurizada hace girar las turbinas que generan electricidad, pero también

---

<sup>38</sup> La ósmosis inversa es el proceso físico mediante el cual se transporta agua desde una zona de alta concentración a una de baja concentración, facilitado por la presión que hace circular el agua de un medio a otro, valiéndose de una membrana.

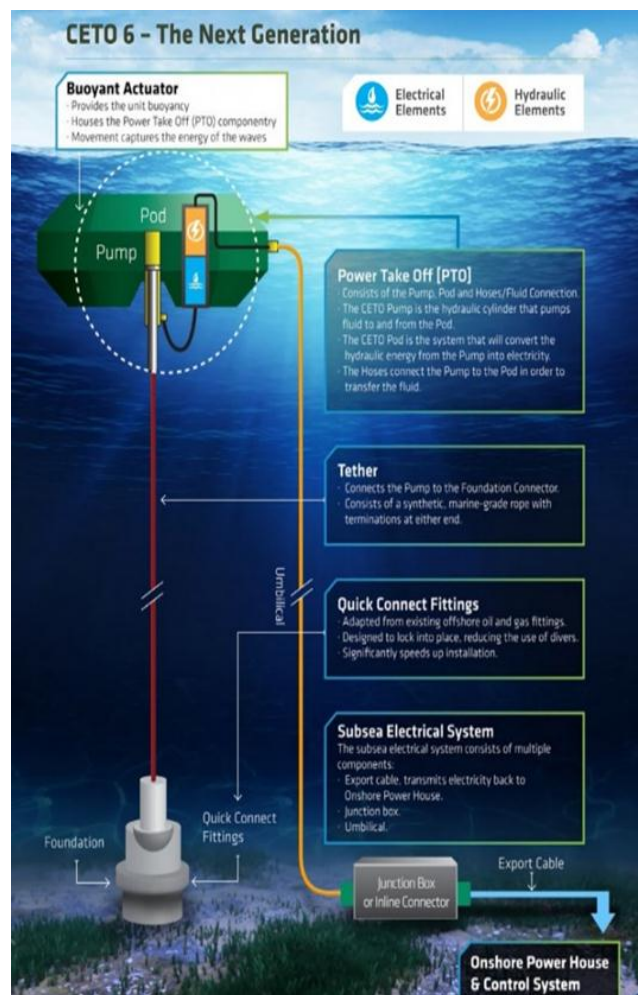
<sup>39</sup> GORDON, E. Realizing potential. En: *Offshore Engineer*, 2015. no. 40(6). P. 30-31.

<sup>40</sup> Tecnología CETO: Energía bajo las olas. 10 de diciembre de 2012. [En línea]. Disponible en: <http://www.sustentare.cl/2012/12/10/tecnologia-ceto-energia-bajo-las-olas/>. Consultado en 22 de diciembre de 2015

empujan el agua de mar hacia una membrana de ósmosis inversa, la cual filtra la sal. El producto final es agua potable producida con cero contaminación.<sup>41</sup>

En las Figuras 12 y 13 se muestran el esquema y la descripción de los componentes del sistema, en el cual se recrea el proceso del mecanismo bajo el agua.

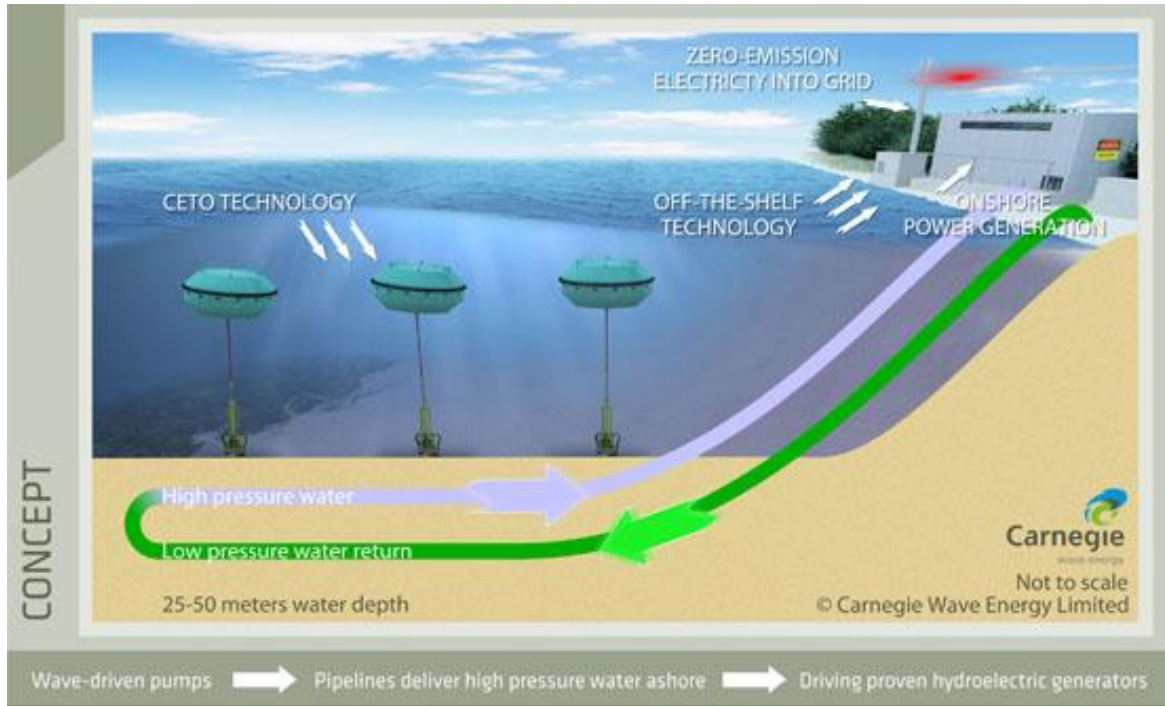
**Figura 12.** Descripción de los componentes principales del sistema CETO



Fuente: sitio web <http://www.nuestromar.org/>

<sup>41</sup> El apocalipsis del agua. Documental televisivo Inventos Extraordinarios. National Geographic Channel. 08 de diciembre de 2015.[En línea]. Disponible en: [https://www.youtube.com/watch?v=d4NytChzrRA&list=FLAEtRY\\_dogKK3b1h8QSLnaCg&index=1](https://www.youtube.com/watch?v=d4NytChzrRA&list=FLAEtRY_dogKK3b1h8QSLnaCg&index=1). Consultado en 15 de diciembre de 2015.

**Figura 13.** Esquema general del sistema CETO



Fuente: sitio web <http://www.nuestromar.org/>

➤ *Generadores de agua atmosférica*

Los científicos investigadores en el Instituto Fraunhofer<sup>42</sup> de Ingeniería Interfacial y Biotecnología - IGB en Stuttgart, en colaboración con sus colegas de la empresa Logos Innovation, han encontrado una manera de convertir la humedad del aire de forma autónoma y descentralizada, en agua potable. El proceso desarrollado se basa exclusivamente en fuentes de energía renovables: como colectores solares térmicos y células fotovoltaicas, lo que hace que este método sea completamente autónomo, energéticamente hablando. Esto se plantea como una ventaja especialmente importante en regiones donde no se cuenta con una infraestructura eléctrica instalada.

<sup>42</sup> El instituto Fraunhofer es la mayor organización de investigación orientado a la aplicación de Europa. Sus esfuerzos de investigación están dirigidos exclusivamente a las necesidades de las personas: la salud, la seguridad, la comunicación, la energía y el medio ambiente. Como resultado, los trabajos realizados por sus investigadores y desarrolladores tienen un impacto significativo en la sociedad.

El principio del proceso es el siguiente: primero la salmuera higroscópica – la solución salina que absorbe la humedad – se desplaza por una unidad en forma de torre y absorbe el agua del aire. Esta es succionada en un tanque a pocos metros del suelo en el que prevalece el vacío. La energía de los colectores solares calienta la salmuera, que se diluye por el agua que ha absorbido.

Debido al vacío, el punto de ebullición del líquido es menor, al que generalmente se encontraría bajo una presión atmosférica normal. El agua no salina evaporada, se condensa y se escurre a través de un tubo completamente lleno de una manera controlada. La salmuera reconcentrada corre por la superficie de la torre nuevamente para absorber la humedad del aire.<sup>43</sup>

Actualmente existen empresas que han hecho desarrollos utilizando esta tecnología. La compañía Israelita WaterGen<sup>44</sup>, liderada por un excomandante de las Fuerzas de Defensa de Israel, basó su solución en la necesidad de las tropas del ejército de contar constantemente con agua potable para suplir las necesidades de hidratación de sus soldados. El dispositivo desarrollado pesa 16 kilos y está diseñado para que los soldados puedan transportarlo fácilmente como si fuese un morral. Adicionalmente cuenta con dos baterías de 12 voltios que permiten purificar hasta 200 litros de agua.

En la ciudad de Sao Paulo opera la empresa Wateair<sup>45</sup>, que aprovechando la posibilidad de extraer agua a partir de la condensación del aire, es capaz de generar hasta 5.000 litros de agua potable al día. Una vez filtrada, al agua se le añade calcio, magnesio, potasio y silicio para que sea potable. Todo lo que

---

<sup>43</sup> Fraunhofer-Gesellschaft. Drinking Water from Air. En: *Humidity Science Daily*. 26 de Diciembre del 2015 [En línea]. Disponible en: [www.sciencedaily.com/releases/2009/06/090605091856.htm](http://www.sciencedaily.com/releases/2009/06/090605091856.htm)

<sup>44</sup>Water Gen comenzó su operación en el mercado de la defensa del estado, con el diseño de soluciones para el suministro de agua de las tropas militares. Entre sus inventos se encuentran la generación atmosférica de agua, el tratamiento de aire acondicionado, agua de escorrentía, y las unidades de purificación de agua móviles que funcionan con baterías.

<sup>45</sup> Wateair tiene como objetivo empresarial desarrollar tecnologías para la creación de soluciones alternativas para los principales problemas que afectan de manera significativa la vida en el planeta

necesita la máquina para funcionar es una fuente de energía eléctrica y una humedad del aire superior al 10%.<sup>46</sup>

Estos sistemas tienen una capacidad de implementarse en el hogar y la oficina ya que pueden llegar a condensar hasta 32 litros diarios. Actualmente estos son vendidos al público por la cantidad de 1300 dólares.

En Colombia, la empresa Ecoprojects con sede en la ciudad de Barranquilla, distribuye sistemas de este tipo, que actualmente se usan en hogares, empresas industriales como Argos y Socoda, así como en fincas ganaderas.<sup>47</sup>

#### ➤ *Condensación de la humedad en el aire*

Aprovechando la posibilidad de condensar la humedad presente en el aire y convertirla en agua potable, se creó por parte del Kristof Retezár<sup>48</sup> un dispositivo portátil verdaderamente ingenioso y sencillo. Este se conoce como Fontus y se encarga de condensar la humedad del aire mientras el usuario se desplaza en bicicleta, rellenando de esta manera una botella que se instala en el marco de la misma, para que cada poco tiempo se pueda disponer de agua limpia y potable. Este podría ser una solución en lugares cuya disposición de agua potable es escasa, aunque todavía se han de solventar algunos problemas de diseño.

El verdadero logro de Fontus, es su sencillez, pues tan solo utiliza unos condensadores y una placa solar, mediante los cuales es capaz de condensar el agua a partir de la humedad ambiental relativa. Para ello emplea un condensador accionado por la placa solar que atrapa el agua del aire que pasa por la boca del

---

<sup>46</sup> Un ingeniero brasileño inventa una máquina que extrae agua potable del aire. [En línea]. Disponible en: <https://actualidad.rt.com/ciencias/view/144353-ingeniero-brasil-agua-potable-aire>. Consultado en 26 de diciembre de 2015.

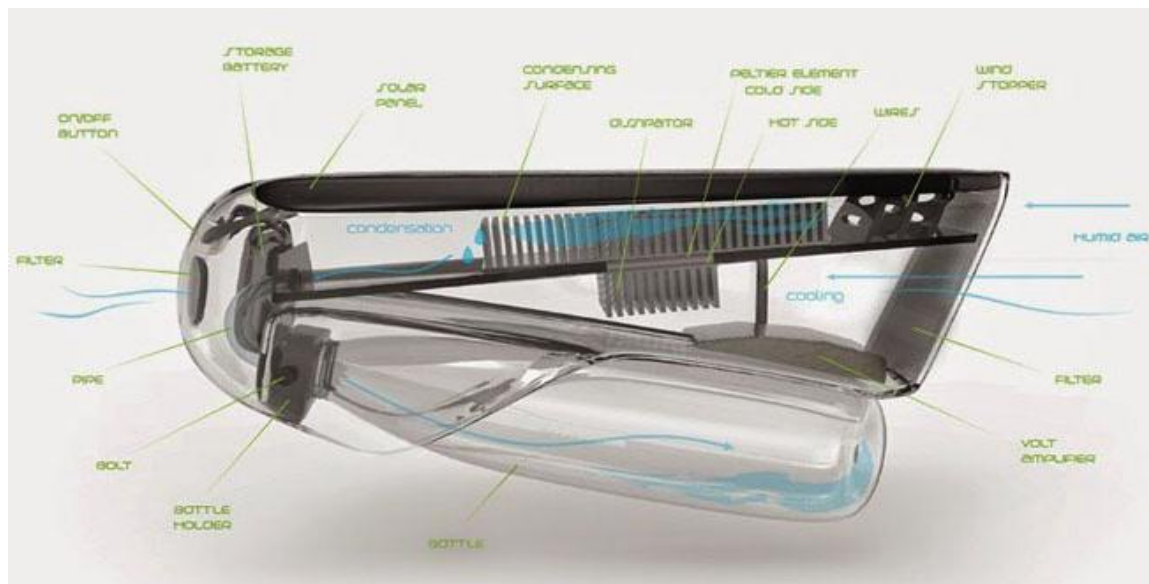
<sup>47</sup> Generadores de agua a partir del aire. En: Sitio Web Ecoprojects. [En línea]. Disponible en: <http://www.ecoprojects.com.co/producto/generadores-de-agua-a-partir-del-aire#ad-image-1>. Consultado en 21 de enero de 2016.

<sup>48</sup> Kristof Retezár es un diseñador industrial de la universidad aplicada de artes de Viena Austria, creador del diseño de condensación de la humedad en el aire llamado Fontus.

aparato. El condensador está unido a la botella donde irá dejando caer el agua acumulada.

En la referencia, se puede apreciar las partes que constituyen el dispositivo, ampliando la forma en que este funciona.

**Figura 14.** Esquema de funcionamiento de Fontus



Fuente: Kristof Retezár

Para evitar que ningún insecto o suciedad puedan estropear el sistema, Fontus cuenta con dos filtros. El primero evita la entrada de partículas, mientras que el segundo se encarga de lidiar con la contaminación ambiental en la medida de lo posible. Por desgracia, Fontus no está pensado para usarse en la ciudad ya que la contaminación del aire es demasiado fuerte y contaminaría el agua, además de saturar el filtro rápidamente. Aun así, el concepto es muy interesante y el prototipo ha sido probado por su autor, obteniendo buenos resultados.

A pesar de que este es un sistema muy ingenioso tiene algunas críticas que afrontar. Por ejemplo, produce una gota por minuto con una humedad relativa del

50% y a 20°C. Esto puede ser un ritmo verdaderamente lento. Sin embargo, en lugares cálidos y con una humedad relativa alta, puede convertirse en un dispositivo ideal ya que es capaz de obtener hasta medio litro por hora, suficiente cantidad para mantener hidratada a una persona sin problemas. El costo del dispositivo estaría entre los 20 y 40 dólares, siendo de esta manera, relativamente fácil su adquisición.

**Figura 15.** Instalación del dispositivo en una bicicleta convencional



Fuente: Kristof Retezár

El mecanismo de Fontus puede ser empleado en lugares con déficit de agua potable, lo cual puede ser muy útil en países de latitudes medias y cálidas. Este prototipo no solo podría implementarse a esta escala, ya que para él se estiman nuevos usos, más que interesantes. Por ejemplo, este mismo modelo podría usarse en términos industriales en lugares cuya calidad del agua es poco salubre o difícil de obtener, especialmente en lugares tropicales donde el agua está muy contaminada. Asimismo con tiempo, planificación y la inversión suficiente Fontus

podría implementarse en lugares áridos en los que no se puede obtener agua de ninguna otra manera.

➤ *Captación de precipitación horizontal*

Los dispositivos basados en este principio, son fáciles de construir y su costo es relativamente bajo, teniendo en cuenta que los recursos necesarios para su fabricación son fácilmente accesibles y económicos. Generalmente, constan de una malla que se usa para captar la humedad del aire mediante la condensación de la niebla. En diversas zonas de Suramérica, como el Desierto de Atacama o Peña Blanca en Chile, Pucará en Perú o Valle del Cauca en Colombia, se utilizan sencillos sistemas que constan de una tupida red ubicada de forma perpendicular al flujo de aire, con la finalidad de capturar la mayor cantidad de humedad posible del aire circundante, conocidos como redes atrapanieblas (ver referencia).

**Figura 16.** Redes atrapanieblas



Fuente: sitio web <http://www.scidev.net/>

La capacidad de captación de agua varía dependiendo de la altitud, niveles temperatura y humedad relativa del terreno en los cuales se instalen estas redes,

pero pueden conseguirse en algunos casos hasta 10 L/m<sup>2</sup>-día. Por su parte, en Las Palmas de Gran Canaria – España, se ha hecho una modificación a los captadores de niebla, convirtiéndolos a una forma tridimensional y que pueden recoger hasta 500 litros por día. (Ver Figura 17).

**Figura 17.** Captadores de niebla tridimensionales



Fuente: sitio web <http://www.scidev.net/>

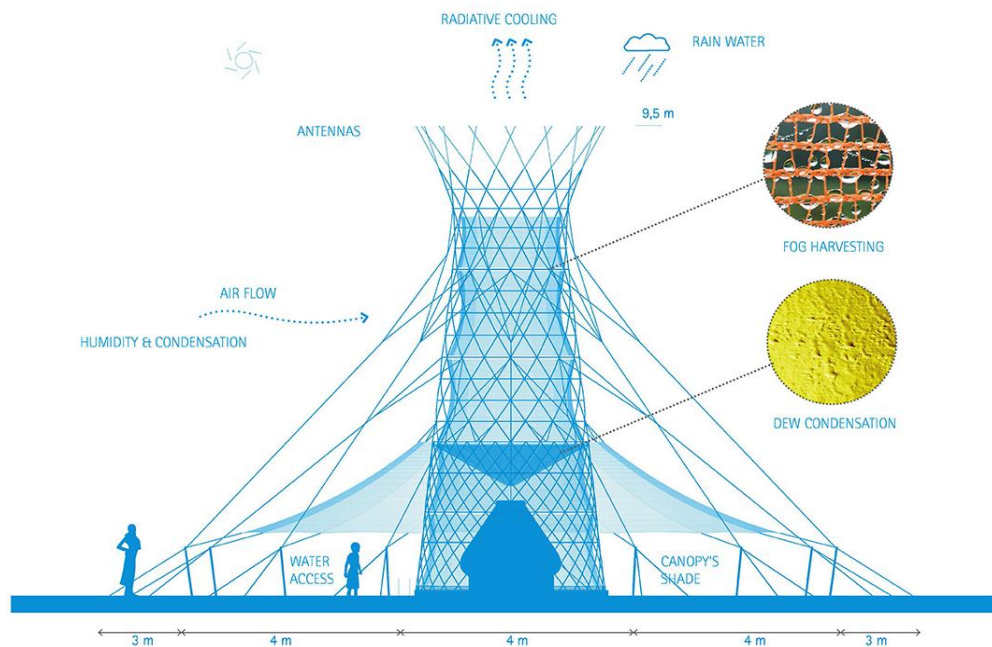
➤ *Warka Water*

En Etiopía se hizo un desarrollo similar a los atrapaniebla de América Latina y España, pero con un enfoque más arquitectónico que los presentados en el párrafo anterior. Este consiste en una torre hecha de bambú y plástico biodegradable que puede recolectar agua de la lluvia, niebla y el rocío. Fue desarrollada por la firma arquitectónica Architecture and Vision para ayudar a las poblaciones de escasos recursos a tener agua potable todos los días. Su estructura mide 10 metros de alto y 4,2 metros de ancho y puede recolectar hasta 99 litros de agua potable al día, está fabricada de bambú con una red de plástico biodegradable que ayuda a recolectar agua de la neblina; otro sistema adicional

ayuda a la recolección de rocío. El sistema captura la humedad y la dirige a un tanque de retención higiénica a través de una boquilla. No necesita electricidad para funcionar y su mantenimiento puede llevarse a cabo por los mismos miembros de la comunidad.<sup>49</sup>

En la referencia se muestran la distribución de los componentes y la operación del sistema Warka Water

**Figura 18.** Componentes del sistema Warka Water



Fuente: sitio web <http://www.warkawater.org/design>

### 5.1.2 Generación de energías no contaminantes

La energía es central para casi todos los grandes desafíos y oportunidades a los que hace frente el mundo actualmente. Ya sea para los empleos, la seguridad, la producción de alimentos; el acceso a la energía es esencial. Por ende no es de extrañar que este recurso sea el principal contribuyente al cambio climático,

<sup>49</sup> Diseño del sistema Warka Water. [en línea]. Disponible en: <http://www.warkawater.org/design>. Consultado en 10 de diciembre de 2015.

representando alrededor del 60% del total de emisiones de gases de efecto invernadero a nivel mundial. Es por esto que invertir en eficiencia energética es fundamental para satisfacer la futura demanda de energía y la mitigación del cambio climático. Reduciendo con esto las emisiones de gases de efecto invernadero y mejorando a su vez la productividad al crear puestos de trabajo, fomentando el crecimiento económico y la mejora de la seguridad energética para los países que carecen de los recursos de combustibles fósiles nacionales.<sup>50</sup>

Al reducir la demanda de energía, la eficiencia también hace que la energía renovable sea más asequible, por lo que la energía sostenible es una oportunidad que transforma vidas, economías y el planeta.

➤ *Sistemas de energía solar fotovoltaica*

En los tiempos modernos, los esfuerzos para la construcción de desarrollos sostenibles alternativos de iniciativas voluntarias aisladas en Europa y los Estados Unidos, datan desde los años 1970. Desde aproximadamente 2006, han aumentado rápidamente en popularidad, convirtiéndose en el marco utilizado para orientar la construcción de nuevos componentes de una ciudad amigable con el medio ambiente en un número creciente de países.<sup>51</sup> Según una Investigación científica realizada en Corea del Sur a cargo del Doctor John Byrne, se demostró que un potencial equivalente casi el 30% del consumo anual de electricidad de la ciudad de Seúl puede ser suministrado por un amplio despliegue de sistemas fotovoltaicos instalados en los techos de las casas y edificios. Se estima que el 66% de las necesidades de horas de luz por día en un año para la capital Surcoreana, se puede extraer de los sistemas de energía solar con los que se cuenta actualmente. Se encontró además, que es posible controlar los picos de

---

<sup>50</sup> Eficiencia energética. [en línea]. Disponible en: [http://www.se4all.org/our-vision\\_our-objectives\\_energy-efficiency](http://www.se4all.org/our-vision_our-objectives_energy-efficiency). Consultado en 08 de enero de 2016.

<sup>51</sup> HOLDEN, M., LI C y MOLINA A. The emergence and spread of ecourban neighbourhoods around the world. En: Sustainability (Switzerland). 2015.

voltaje, disminuyendo la presión sobre la red eléctrica de la ciudad. Estos resultados se pueden extender a otras ciudades grandes cuando el concepto de ciudad solar se aplique extensivamente.<sup>52</sup>

En Estados Unidos, existe diversas empresas que prestan este servicio de instalación de paneles solares, tales como SunPower, First Solar o SolarCity, destacándose esta última, la cual es una filial de Tesla Motors<sup>53</sup>; compañía fabricante de automóviles eléctricos. La empresa ofrece soluciones para diversos tipos de usuarios: hogares, educación, agricultura, empresas, entre otros, tal como se muestra en la referencia. Por su parte, en América Latina, empresas como la chilena Solarity o la brasilera América do Sol, son quienes llevan la ventaja en este tipo de desarrollos sostenibles. Estas empresas se encargan de diseñar e instalar los sistemas a la medida de cada uno de sus clientes, además de financiar los equipos necesarios para su operación, haciendo que este tipo de soluciones sean más accesibles para los potenciales usuarios.

---

<sup>52</sup> BYRNE J., TAMINIAU J., KURDGELASHVILI L y KIM K.N. The solar city concept and methods to assess rooftop solar electric potential, with an illustrative application to the city of Seoul. En: Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2014. No. 41. p. 830-844.

<sup>53</sup> Tesla Motors fue fundada en 2003 por un grupo de ingenieros de Silicon Valley que querían demostrar que los autos eléctricos podrían ser mejor que los autos de gasolina. Los vehículos de Tesla son producidos en su fábrica en Fremont, California, anteriormente el hogar de New United Motor Manufacturing Inc., una empresa conjunta entre Toyota y General Motors. Tesla no es sólo un fabricante de automóviles, sino también una empresa de tecnología y diseño con un enfoque en la innovación energética.

**Figura 19.** Aplicaciones del sistema



Fuente: sitio web <http://us.sunpower.com/>

➤ *Energía termosolar*

Solar Reserve es una empresa originaria de Estados Unidos, situada en Tonopah, Nevada que desarrolló una tecnología que utiliza sales fundidas para la generación de energía. El complejo de Crescent Dunes; único en su tipo, cuenta con 10.000 espejos situados alrededor de una torre de 180 metros de altura, los cuales se enfocan para reflejar los rayos del sol sobre su cima y calentar la sal que allí se encuentra almacenada en estado sólido hasta su punto de fusión, que llega a ser superior a los 500°C. Se utiliza este compuesto debido a que su capacidad para retener el calor en estado líquido, es mayor a la de cualquier otro mineral común e inofensivo. Una vez fundida, esta es almacenada para utilizarse en la generación de vapor a alta presión, que se encarga de hacer girar las aspas de

una enorme turbina que son las responsables de la generación de la energía eléctrica.<sup>54</sup>

La planta produce 110 megavatios de potencia, lo equivalente para suplir la necesidad energética de 75.000 hogares. Anualmente, es capaz de producir 500.000 MW-hora. Adicionalmente, el sistema de almacenaje de energía de la planta puede proporcionar la misma de capacidad durante 10 horas después de la puesta del Sol, asegurando que esta trabaje ininterrumpidamente las 24 horas del día.<sup>55</sup> Un informe publicado este año por la Iniciativa Energética de MIT calculó que añadir almacenaje a una planta termosolar reduce el coste de la electricidad procedente de la planta en un 11%.<sup>56</sup>

Solar Reserve tiene planes de construir plantas termosolares en Sudáfrica, Chile y Oriente Medio. La forma en como está dispuesta la planta, se muestra en la referencia.

---

<sup>54</sup> La Revolución de la Energía. Documental televisivo, Inventos Extraordinarios. National Geographic Channel. 08 de diciembre de 2015. [En línea]. Disponible en: <https://youtu.be/eD3pOAJX0Dg?list=FLAEtRYdogKK3blh8QSLnaCg&t=870>. Consultado el 15 de diciembre de 2015.

<sup>55</sup> Crescent Dunes. Project quick facts. [en línea]. Disponible en: <http://www.solarreserve.com/en/global-projects/csp/crescent-dunes#sthash.DDBSKGSx.dpuf>. Consultado el 08 de enero de 2016.

<sup>56</sup> Arranca la termosolar más grande del mundo. En: MIT Technology Review. [En línea]. Disponible en: <http://www.technologyreview.es/energia/48565/arranca-la-termosolar-mas-grande-del-mundo/>. Consultado el 15 de diciembre de 2015.

**Figura 20.** Vista aérea de la planta de generación de energía termosolar de nevada



Fuente: sitio web <http://www.solarreserve.com>

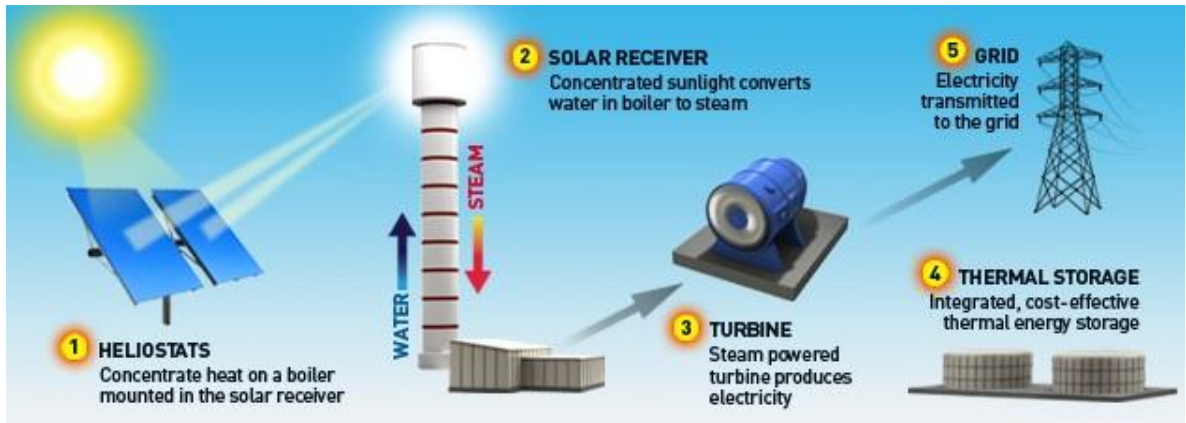
El despliegue de esta tecnología aporta beneficios adicionales a las economías locales y globales a través de la creación de puestos de trabajo, una mayor seguridad energética, ambientes más limpios dentro de un futuro más saludable y más sostenible para las generaciones venideras.<sup>57</sup>

Existen otras empresas que manejan tecnologías similares, tales como Bright Source<sup>58</sup>, cuya diferencia sustancial, radica en que en lugar de calentar la sal para evaporar posteriormente el agua, el reflejo de la luz de los espejos, evapora directamente el agua. En la referencia, se muestra un esquema de funcionamiento de este tipo de plantas.

<sup>57</sup> Acerca de SolarReserve. [En línea]. Disponible en: <http://www.solarreserve.com/es/acerca-solarreserve#sthash.IUsmypLb.dpuf>. Consultado en 08 de enero de 2016.

<sup>58</sup> BrightSource Energy, Inc. Diseña, desarrolla y despliega tecnología de concentración solar térmica para producir alto valor de vapor para la energía eléctrica, el petróleo y los mercados industriales de proceso en todo el mundo. BrightSource combina tecnología de vanguardia con las capacidades de diseño de plantas termosolares de clase mundial para generar energía limpia de forma fiable y responsable.

**Figura 21.** Funcionamiento básico del sistema de Bright Source



Fuente: sitio web <http://www.brightsourceenergy.com/>

España se sitúa como uno de los países desarrolladores de este tipo de tecnologías, contando con 46 plantas termosolares en funcionamiento.<sup>59</sup> Las plantas termosolares representarán el 11% de la generación energética global para 2050, una importante subida desde el 1% actual. Entre los países desérticos con ambiciosos planes termosolares se encuentran Los Emiratos Árabes Unidos y Arabia Saudí. Estas empresas también tienen sus miradas puestas en aplicaciones de la tecnología que no solo sean generadoras de electricidad sino que también proporcionen calor para procesos industriales como la desalinización de aguas marinas.<sup>60</sup>

➤ *Producción de biodiesel a partir de microalgas*

La crisis mundial de energía y el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero, han impulsado la búsqueda de fuentes alternativas de energía renovable amigable con el medio ambiente. Según el análisis de ciclo de vida, el biocombustible de microalgas se identifica como una de las principales fuentes de

<sup>59</sup> Concentrating Solar Power Projects. National Renewable Energy Laboratory (NREL). [En línea]. Disponible en: [http://www.nrel.gov/csp/solarpaces/project\\_detail.cfm/projectID=135](http://www.nrel.gov/csp/solarpaces/project_detail.cfm/projectID=135). Consultado en 08 de enero de 2016.

<sup>60</sup>Ibíd.

energía renovables para el desarrollo sostenible, con el potencial de reemplazar los combustibles fósiles. El biocombustible a partir de microalgas carecía de los principales inconvenientes asociados con cultivos oleaginosos y los biocombustibles a base de lignocelulósicos. Este esquema es técnico y económicamente viable, además de ser competitivo en costos; no requiere tierras adicionales, hace un uso mínimo de agua, y mitiga el CO atmosférico.

La viabilidad de la producción de biodiesel de microalgas se puede lograr mediante el diseño de avanzados fotobiorreactores, el desarrollo de tecnologías de bajo costo para la cosecha de la biomasa, el secado y la extracción de lípidos. La producción comercial también puede lograrse mediante la mejora de las estrategias de ingeniería genética para controlar condiciones de estrés ambiental y mediante el diseño de las vías metabólicas para una producción alta en lípidos. Además, también se exploran las nuevas tecnologías emergentes, como las interacciones de algas bacterianas para la mejora del crecimiento de microalgas y la producción de lípidos.<sup>61</sup>

En los últimos años, las microalgas se han convertido en un nuevo tipo de materia prima para producir biodiesel, debido a su alto contenido lipídico y sus propiedades de absorción de CO<sub>2</sub>. El biocombustible a partir de algas se propone como una alternativa atractiva a los combustibles a base de petróleo. En la actualidad, el desarrollo de la investigación de biodiesel a base de microalgas está creciendo gradualmente.<sup>62</sup>

El interés en las microalgas para la producción de biodiesel se debe a su alto contenido de lípidos en algunas especies y al hecho de que la síntesis de estos, especialmente de triglicéridos (TG) no polares (que son el mejor sustrato para la

---

<sup>61</sup> MEDIPALLY S.R., YUSOFF F.M., BANERJEE S y SHARIFF M. Microalgae as sustainable renewable energy feedstock for biofuel production. En: BioMed Research International, 2015.

<sup>62</sup> XU C.-M., JIAO Z.-L., WANG X.-D y FU Y. Biodiesel production from microalgae: Current status and potential. En: Modern Chemical Industry. Vol. 35(8). p. 1-5

producción de biodiesel), puede ser manipulada por cambios de las condiciones de cultivo.<sup>63</sup> Adicionalmente, las microalgas poseen algunas ventajas sobre otras materias primas disponibles, entre las que se pueden mencionar:

- Mayor eficiencia fotosintética que las plantas superiores, logrando convertir entre el 3 y el 8 % de la energía solar en biomasa, mientras que el rendimiento observado en las plantas es de aproximadamente un 0,5 %.
- Tasa de crecimiento elevada, duplicando su biomasa en aproximadamente 24 horas<sup>64</sup>
- Periodos de cosecha muy cortos (menores a diez días dependiendo del proceso), lo que permite múltiples o continuas cosechas a diferencia de las plantas que se cosechan una o dos veces por año.
- Cálculos teóricos estiman que las microalgas tienen el potencial para producir mayor cantidad de biomasa y de aceite por hectárea que cualquier planta oleaginosa<sup>65</sup>.
- Fácil cultivo, crecen casi en cualquier lugar y solo necesitan luz del sol y algunos nutrientes. Pueden cultivarse en zonas áridas y semiáridas, donde no pueden desarrollarse cultivos agrícolas, pueden utilizar agua no potable y su cultivo no requiere la adición de herbicidas o pesticidas.<sup>66</sup>
- Capaces de fijar grandes cantidades de CO<sub>2</sub><sup>67</sup>; su demanda estequiométrica de CO<sub>2</sub> es de aproximadamente 1,7 kg de CO<sub>2</sub>/kg de biomasa seca (Packer, 2009; Poste y Schaub, 2009; Rodolfi et al., 2009), lo que permitiría acoplar su producción a una corriente de gases de combustión industrial para disminuir el

---

<sup>63</sup> PEÑARANDA, Arias y Martha et al. Producción de biodiesel a partir de microalgas: parámetros del cultivo que afectan la producción de lípidos. En: Acta Biológica Colombiana. Vol. 18, No 1, 2013.p. 43-68. [En línea]. Disponible en: <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/actabiol/article/view/32832/40207>. Consultado en 20 de enero de 2016.

<sup>64</sup> MENG X, YANG J, XU X, ZHANG L, NIE Q, XIAN M. Biodiesel production from oleaginous microorganisms. En: Renew Energ, 2009. Vol. 34. No. 1.p. 1-5.

<sup>65</sup> MATA TM, MARTINS AA, CAETANO NS. Microalgae for biodiesel production and other applications: A review. En: Renew Sust Energ Rev, 2010. Vol. 14. No, 1. p. 217-232.

<sup>66</sup> AVAGYAN AB. A contribution to global sustainable development: inclusion of microalgae and their biomass in production and bio cycles. En: Clean Techn Environ Policy, 2008. Vol. 10. No, 4.p. 313-317.

<sup>67</sup> AMIN S. Review on biofuel oil and gas production processes from microalgae. En: Energ Convers Manage, 2009.vol. 50.no, 7.p. 1834-1840.

efecto invernadero y contribuir al restablecimiento del equilibrio térmico del planeta.<sup>68</sup>

- Capacidad para utilizar los nutrientes de aguas residuales en su crecimiento (especialmente nitrógeno y fósforo)<sup>69</sup> podría disminuir el costo del medio de cultivo y evitar la descarga de estos nutrientes a cuerpos de agua.
- La biomasa residual, posterior a la extracción de los lípidos, encuentra aplicación en las industrias alimentaria, farmacéutica, agropecuaria e incluso en la producción de alcoholes combustibles y en la generación de energía<sup>70</sup>

➤ *Generadores eléctricos viales*

El estudiante de Maestría en Ingeniería de la Universidad EAFIT, Luis Felipe Quintero Henao, ideó un sistema que consiste en aprovechar la energía cinética de los automóviles en movimiento a través de las autopistas de las ciudades para convertirla en energía eléctrica utilizable en lugares donde no se cuente con la infraestructura necesaria para suplir de este importante recurso a la población.<sup>71</sup>

Este sistema estará instalado en pequeños rodillos que puestos de manera superficial en las vías principales permitirán que con el paso de los vehículos, se genere electricidad. En la referencia, se muestra un prototipo del sistema operativo. Esta idea se hizo acreedora de uno de los premios del concurso “Una idea para cambia la historia”, realizado en 2015 por la cadena televisiva estadounidense History Channel y actualmente se encuentra en desarrollo.

---

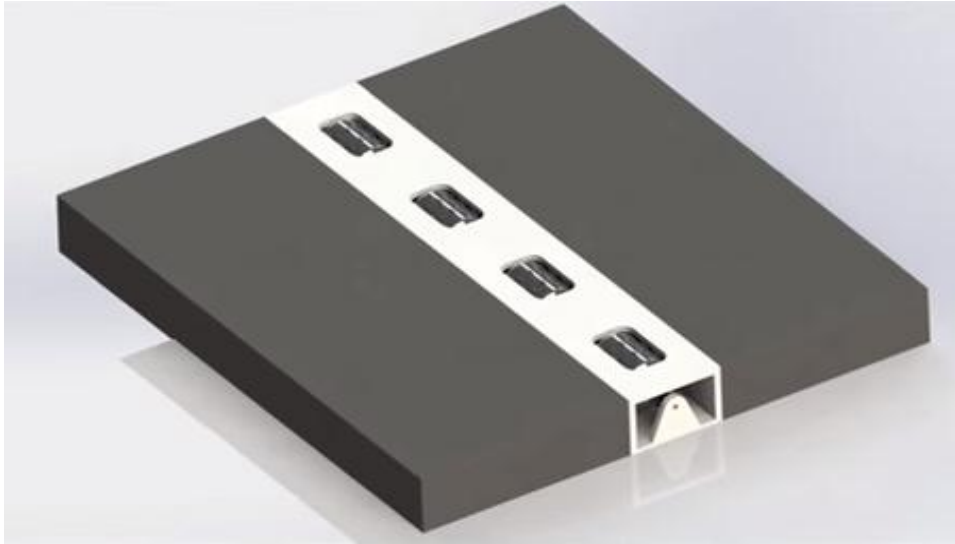
<sup>68</sup> LIM S, TEONG LK. Recent trends, opportunities and challenges of biodiesel in Malaysia: An overview. En: *Renew Sust Energ Rev*, 2010. Vol.14. No. 3.p. 938-954.

<sup>69</sup> CHINNASAMY S, BHATNAGAR A, HUNT RW, DAS KC. Microalgae cultivation in a wastewater dominated by carpet mill effluents for biofuel applications. *Bioresour Technol*. 2010; 101(9):3097-3105. CHISTI Y. Biodiesel from microalgae. *Biotechnol Adv*. 2007; 25:294-306.

<sup>70</sup> WANG B, LI Y, WU N, LAN C. CO<sub>2</sub> bio-mitigation using microalgae. *Appl Microbiol Biotechnol*. 2008; 79(5):707-718.

<sup>71</sup> Una idea para cambiar la historia. En: History Channel. [En línea]. Disponible en: <http://unaidea.tuhistory.com/>. Consultado en 20 de diciembre de 2015.

**Figura 22.** Prototipo del generador eléctrico vial



Fuente: sitio web <http://unaidea.tuhistory.com>

➤ *Un litro de luz*

En 2011 se creó en Filipinas, una iniciativa denominada “Liter of Light”, la cual consistía en instalar en el techo de las casas, una botella plástica llena de una solución de agua e hipoclorito de sodio, con la finalidad de aprovechar la refracción de la luz solar a través del líquido contenido en la botella, y de esta manera iluminar espacios que carecen de energía eléctrica como fuente lumínica.<sup>72</sup> Teniendo en cuenta que esta aplicación solo podía ser usada en el día, mientras hubiese luz solar presente, el estudiante Camilo Herrera de la Universidad EAN en Medellín (Colombia), quien ya se encontraba adscrito al proyecto de “Liter of Light”, ideó una estrategia más integral para que los barrios en los cuales no se cuenta con redes de energía eléctrica, puedan tener acceso al alumbrado público.

Un poste con una placa solar, una batería, una bombilla LED y una botella sirven para almacenar la energía solar durante el día e iluminar la calle por la noche.

<sup>72</sup> Sitio web Liter of Light. [En línea]. Disponible en: <http://literoflight.org/>. Consultado en 19 de enero de 2016.

Para fabricar estas farolas, se combinan el uso de materiales reciclados con equipos electrónicos propios. El panel solar de 30 vatios, situado en lo alto de la farola, convierte la energía del Sol en electricidad que se almacena en la batería durante el día, la cual tiene una capacidad de 18 amperios/hora y que completa su carga en aproximadamente 7 horas. Cuando la batería deja de recibir energía, enciende de forma automática los 12 bombillos LED de 110 lumens/vatio que están recubiertos con una botella de plástico reciclada que la protege de la lluvia. Cuando la placa recibe los primeros rayos del Sol, la bombilla se apaga.

El dispositivo se completa con unos tubos de PVC que protegen el cableado de las inclemencias del tiempo y un poste de madera que sujeta todo el equipo. La batería puede proporcionar aproximadamente 28 horas de luz, lo que aseguraría el suministro durante casi cuatro noches seguidas en caso de que esos días fueran nublados. Aún con el cielo cubierto, la bombilla se sigue apagando y encendiendo de forma automática ya que la radiación solar difusa es suficiente para que la placa recoja energía. Todo el sistema tiene un costo de \$700.000 pesos y puede durar 16 años sin necesidad de recambios.

Las farolas tienen un rango de iluminación de entre 30 y 50 metros de radio, en función de su altura. Si la farola mide cinco metros, ilumina un área menor, pero con un brillo mayor; si es más alta, ilumina un mayor espacio con menor brillo.<sup>73</sup>

---

<sup>73</sup> Innovadores menores de 35 años Colombia. En: MIT Technology Review. [En línea]. Disponible en: <http://www.technologyreview.es/tr35colombia/1554/camilo-herrera/>. Consultado en 16 de diciembre de 2015.

**Figura 23.** Estructura del sistema “Un litro de luz”



Fuente: Periódico el País<sup>74</sup>

Similar a este proyecto, se desarrolló el dispositivo “The Lightie” por parte del diseñador y emprendedor social Sudafricano Michael Suttner, el cual creó una bombilla de luz en forma de tubo de ensayo. El dispositivo, que utiliza energía solar para su funcionamiento, está compuesto de una unidad alargada la cual contiene un panel fotovoltaico flexible y sus baterías recargables, que almacenan la energía del sol después de sólo cinco a ocho horas de exposición. La punta final de la lámpara tiene un LED 300 lúmenes, altamente eficiente o lo equivalente a un bombillo de 55 watts, que tiene una duración de tres horas en su fase más brillante y alrededor de seis a ocho horas a 120 lúmenes. Cabe destacar que cada botella ahorra cerca de 200 kg de emisiones de CO<sub>2</sub> al año.<sup>75</sup>

En la referencia, se pueden apreciar los componentes que hacen posible el funcionamiento del sistema. Mientras que en la Figura 25 se puede apreciar la

<sup>74</sup> <http://www.elpais.com.co/elpais/calivideos/video-hay-litro-esperanza-asentamiento-altos-pinos>

<sup>75</sup> Sitio web The lightie. [En línea]. Disponible en: <http://thelightie.com/>. Consultado en 15 de enero de 2016.

cantidad de luz que proporciona la lámpara “the lightie” al ser instalada en un recinto cerrado.

**Figura 24.** Componentes del sistema



Fuente: sitio web <http://thelightie.com/>

**Figura 25.** Dispositivo “the lightie” en el hogar



Fuente: sitio web <http://thelightie.com/>

## ➤ *Plantalámparas*

En las aldeas de la selva tropical de Nuevo Saposoa y Pucallpa en Perú, hay una red eléctrica existente, aunque esta no se encuentra en funcionamiento. Por otra parte, el 42% de las comunidades de la selva tropical peruana, no disponen de ningún tipo de acceso a la red eléctrica. La puesta del sol equivale a la oscuridad; un problema real para las familias y estudiantes, obligándolos a recurrir a las peligrosas e insalubres lámparas de keroseno.<sup>76</sup> Es por esto que Investigadores de la Universidad de Ingeniería y Tecnología (UTEC, Perú) han desarrollado una técnica para captar la electricidad emitida por las plantas, valiéndose de un género de bacterias que viven en la tierra: *el Geobacter*. Durante la fotosíntesis los nutrientes de las plantas encuentran unos microorganismos llamados “geobacters” en la tierra. Durante este proceso se liberan los electrones que los electrodos de la tierra pueden capturar, al unir estos a una red es posible transferir los electrones a una batería estándar.<sup>77</sup> La referencia describe los componentes que hacen posible que funcione la lámpara.

Cada prototipo contiene una red de electrodos enterrados en la tierra, dentro de la cual se cultiva una sola planta. La red se conecta a una batería, que alimenta una lámpara LED fijada a un brazo flexible de la parte exterior de la caja. En 2009, la revista Time incluyó el "*microbio eléctrico*" en su lista de las 50 mejores invenciones del año. Las investigaciones recientes confirman que son conductores de electricidad además, que en teoría también podrían comportarse como nanocables para transmitir la electricidad.<sup>78</sup>

---

<sup>76</sup> "Plantalámparas": Plantas que dan luz. En: Universidad de Ingeniería y Tecnología. [En línea]. Disponible en: <https://www.utec.edu.pe/ingenio-en-accion/plantalamparas-plantas-que-dan-luz>. Consultado en 18 de diciembre de 2015.

<sup>77</sup> FOLGOSA, F., TAVARES, P y PEREIRA, A. S. Iron management and production of electricity by microorganisms. En: *Applied Microbiology and Biotechnology*, 2015. Vol. 99. No. 20. p. 8329-8336

<sup>78</sup> Unos microbios convierten las plantas y la tierra en lámparas. En: MIT Technology Review. [En línea]. Disponible en: <http://www.technologyreview.es/blog/347/31419/unos-microbios-convierten-las-plantas-y-la-tierra/>. Consultado en 16 de diciembre de 2015.

La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** permite apreciar el uso ue le dan los estudiantes de la selva peruana al dispositivo.

**Figura 26.** Funcionamiento de la lámpara



Fuente: sitio web <https://www.utec.edu.pe/>

**Figura 27.** Uso práctico de la lámpara



Fuente: sitio web <https://www.utec.edu.pe/>

### 5.1.3 Tratamiento de residuos

La gestión de los residuos es hoy un tema de preocupación en el planeta pues a medida que el mundo evoluciona lo hacen las sociedades, cambiando sus estructuras y sus esquemas de producción y de consumo. El desarrollo tecnológico y los patrones presentes de consumo han traído, como consecuencia, un aumento en los volúmenes de residuos generados en todos los continentes.

En los países en desarrollo la atención de esta problemática ha sido más lenta que en los países más desarrollados, persistiendo aún importantes carencias de infraestructuras ambientalmente adecuadas para gestionar dichos residuos. Las carencias de infraestructura han potenciado a su vez la disposición incontrolada de residuos y la operación de plantas de reciclaje, tratamiento y disposición en condiciones ambientalmente no aptas. Esta situación puede ocasionar, y lo ha hecho, impactos ambientales en la salud con costos asociados extremadamente altos. Los sitios contaminados cuyo origen es una disposición inadecuada de residuos son un ejemplo claro de esta situación, con numerosos ejemplos de repercusiones sobre la salud y el ambiente.<sup>79</sup> Siguiendo este orden de ideas se presentan a continuación algunas iniciativas que podrían llegar a subsanar este grave problemática medioambiental.

#### ➤ *Gusano come plástico*

Un estudio en curso llevado a cabo por ingenieros del Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad de Stanford, en colaboración con investigadores de China, muestra que los gusanos de harina (estado larvario del escarabajo *Tenebrio molitor*) pueden biodegradar de forma segura varios tipos de plástico, tal como es el caso del poliestireno expandido, mayormente conocido como icopor. Los gusanos convierten aproximadamente la mitad de la espuma de

---

<sup>79</sup>EPA - Oficina de Residuos sólidos y Medidas de Emergencia .Minimización de residuos. Calidad ambiental con beneficios económicos. EPA/530-SW-87-026. Washington, D.C. 1987.

poliestireno en dióxido de carbono, como lo harían con otras fuentes de alimento. Aproximadamente en 24 horas, el contenido restante se excreta en forma de pequeñas partículas de material biodegradable que puede ser utilizado como fertilizante en cultivos de alimentos.<sup>80</sup>

La comprensión de cómo las bacterias dentro de los gusanos de harina llevan a cabo esta hazaña podría potencialmente permitir nuevas opciones para la gestión segura de los residuos plásticos. Los investigadores, han demostrado en investigaciones anteriores que los gusanos de cera, las larvas de la polilla india de la harina<sup>81</sup>, tienen microorganismos en sus intestinos que pueden biodegradar polietileno, un plástico utilizado en la producción de bolsas de basura. La nueva investigación sobre gusanos de la harina es significativo, porque la espuma de poliestireno no es biodegradable y por lo tanto representa una grave problemática para el medio ambiente.<sup>82</sup>

**Figura 28.** Gusano devorando plástico



Fuente: Stanford University

<sup>80</sup> YANG, Y., YANG, J., WU, W et al. Biodegradation and mineralization of polystyrene by plastic-eating mealworms: Part 1. chemical and physical characterization and isotopic tests. En: *Environmental Science and Technology*, 2015. Vol. 49. No. 20.p. 12080-12086.

<sup>81</sup> YANG, Y., YANG, J., WU, W et al. Evidence of polyethylene biodegradation by bacterial strains from the guts of plastic-eating waxworms. En: *Environmental Science and Technology*, 2014. Vol.48. No. 23.p. 13776-13784.

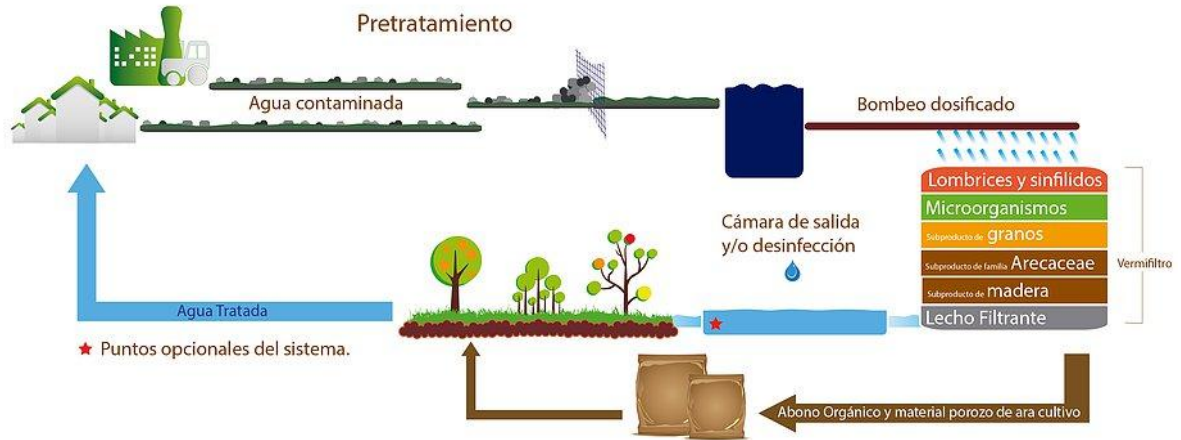
<sup>82</sup>YANG, Y., YANG, J., WU, W et al. Complete genome sequence of bacillus sp. YP1, a polyethylene-degrading bacterium from waxworm's gut. En: *Journal of Biotechnology*, 2015. No. 200.p. 77-78.

➤ *Plantas sostenibles para el reciclado de aguas residuales*

En Colombia, el 85% de su agua residual se vierte en ríos y acuíferos sin haber sido tratada previamente, según el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Esta situación contamina los recursos hídricos y obstaculiza el acceso al agua potable a la población. En vista de esta situación la empresa AcuaCare, desarrolló plantas sostenibles para el reciclado de aguas residuales. Este sistema permite recuperar y reutilizarla el agua contaminada para regar campos al tiempo que produce un abono que se puede utilizar como fertilizante. Aunque el agua que recicla no se puede usar para consumo humano porque su potabilización sería muy cara, sí puede utilizarse para regar los campos, lo que supone un ahorro de agua disponible para consumo.

El mecanismo consta de tres pasos: primero el fluido contaminado se almacena en un depósito tras pasar por un gran filtro que recoge grandes sólidos. Después y desde este tanque, pasa por unas tuberías hacia unos aspersores que rocían una piscina llena de un material esponjoso. Esta capa de material está formada por materia orgánica, lombrices y serrín y funciona como un filtro que retiene los contaminantes y deja pasar el agua limpia. Por último el fluido restante se canaliza hacia un tercer contenedor a la espera de ser reutilizada para campos. (Ver referencia).

**Figura 29.** Funcionamiento de la planta de reciclado de agua



Fuente: Sitio web AcuaCare

Por cada metro cuadrado de filtro pueden pasar 600 litros al día. A lo largo de un año los residuos depositados en esta capa van siendo devorados por las lombrices y los microorganismos que los transforman en abono, igual que en otros procesos de compostaje. Según datos de AcuaCare, en este período se producen unos 160 kilos de abono. Todo el sistema ocupa desde 4 m<sup>2</sup>, pero puede camuflarse para integrarse en parques y jardines. Puede utilizarse tanto para usos industriales como para familias y tiene un coste que oscila entre los \$ 100.000 pesos y los \$ 5.000.000 pesos colombianos, en función del tamaño. Los beneficios de esta tecnología son triples. Por un lado, da un doble uso a las aguas residuales al reutilizarlas y obtener abono, y por otro, evita que estas aguas acaben en los ríos.<sup>83</sup>

➤ *Bacterias para descontaminar acuíferos*

La contaminación y la remediación de las aguas subterráneas con halogenados orgánicos al involucrar reacciones microbianas, todavía plantea un gran desafío a los científicos. A pesar de que en los últimos años, la investigación en

<sup>83</sup> Innovadores menores de 35 años Colombia. En: MIT Technology Review. [En línea]. Disponible en: <http://www.technologyreview.es/tr35colombia/1551/juan-carlos-guaqueta/>. Consultado en 16 de diciembre de 2015.

deshalogenación microbiana anaeróbica ha avanzado en muchos aspectos al proporcionar información acerca de la reacción y la fisiología de microorganismos, así como enfoques para investigar la actividad de los mismos *in situ*.<sup>84</sup>

Un estudio llevado a cabo por investigadores de la Universitat Autònoma de Barcelona (Departamento de Ingeniería Química y Departamento de Genética y Microbiología) en colaboración con la Universitat de Barcelona (Grupo de investigación de Mineralogía Aplicada y Geoquímica de Fluidos) y el Helmholtz-Centre for Environmental Research –UFZ (ISOBIO)<sup>85</sup> de Leipzig (Alemania), han identificado en la desembocadura del río Besós, una bacteria del género *Dehalogenimonas* que tiene capacidad para transformar ciertos compuestos contaminantes organoclorados tóxicos (1,2-dicloroetano o el 1,2-dicloropropano); los cuales toma como fuente de energía, y convertirlos en otros más fácilmente biodegradables o hasta inocuos, como es el caso del etileno o el propileno.<sup>86</sup>

#### 5.1.4 Tecnologías de la información y comunicación

➤ *Sistemas de alerta temprana*

Investigadores del Programa Maestro de Gestión del Agua de la UNESCO-IHE Institute for Water Education<sup>87</sup>, desarrollaron en la ciudad de Delf, Países Bajos, un sistema de comunicación participativo denominado “observatorio ciudadano”. Su trabajo analiza el potencial de innovación social de tales observatorios basados

---

<sup>84</sup> NIJENHUIS, I y KUNTZE, K. Anaerobic microbial dehalogenation of organohalides-state of the art and remediation strategies. En: Current Opinion in Biotechnology, 2016. No. 38 .p. 33-38.

<sup>85</sup> El Centro Helmholtz para la Investigación Ambiental - UFZ se inició en 1991 y contribuye a la solución de los principales desafíos que enfrenta la sociedad, la ciencia y la economía, contando con los principales logros científicos en seis áreas de investigación: Energía, la Tierra y el medio ambiente, la salud, tecnologías clave, estructura de la materia, Transporte y Espacio. Convirtiéndose con esto en la mayor organización científica de Alemania.

<sup>86</sup> GONZÁLEZ, Martín et al. Stable Carbon Isotope Fractionation During 1, 2-Dichloropropane-to-Propene Transformation by an Enrichment Culture Containing Dehalogenimonas Strains and a dcpA Gene. En: Environ Sci Technol, 2015. Vol.49. No. 14. p. 74.

<sup>87</sup> UNESCO-IHE es un instituto que lleva a cabo actividades de investigación y desarrollo de capacidades educativas en los campos de ingeniería de aguas, gestión de agua, saneamiento y gobernabilidad. Este se estableció como parte formativa de la ONU y de la UNESCO en conjunto con el gobierno de Netherlands en 1957.

en las TIC, para aumentar la participación en la gestión de riesgo local de inundación.

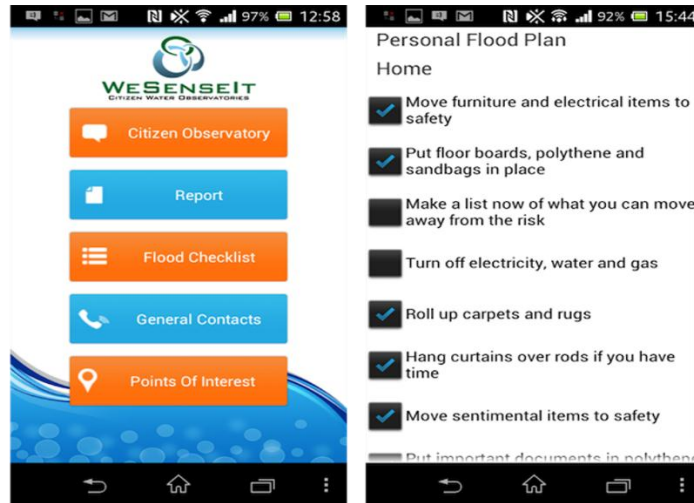
Los observatorios ciudadanos de agua que está desarrollando el proyecto WeSenseIt van más allá de la simple medición de los datos ambientales y el conocimiento para gestionar eficaz y eficientemente los recursos hídricos. El aspecto clave de los observatorios del proyecto WeSenseIt, es la participación directa de las comunidades de usuarios en el proceso de recolección de datos: permite la participación ciudadana en la recogida de datos a través de una innovadora combinación de sensores de fácil uso y tecnologías de seguimiento, así como el aprovechamiento de la inteligencia colectiva de los ciudadanos, es decir, la información, la experiencia y conocimiento incorporado dentro de los individuos y las comunidades (por ejemplo, utilizando aplicaciones y las redes sociales). En un lugar basado en web, la plataforma de e-colaboración, la información y los datos se pueden recopilar, compartir y ser contextualizados para proporcionar conocimiento de la situación en tiempo real.<sup>88</sup>

El observatorio ha diseñado una aplicación móvil que permite a los ciudadanos, revisar información relevante con las condiciones ambientales y niveles de agua, reportar condiciones peligrosas que lleguen a identificar, así como conocer los pasos a seguir en caso de que se presente una situación de emergencia, como se muestra en la referencia.

---

<sup>88</sup> WEHN U y EVERS J. The social innovation potential of ICT-enabled citizen observatories to increase e Participation in local flood risk management. En: *Technology in Society*, 2015. Vol. 42.p. 187-198

**Figura 30.** Interfaz de la aplicación



Fuente: Sitio web Wesenselt

Adicionalmente, el observatorio cuenta con una potente herramienta web llamada TRIDS (Tracking Real Time Intelligence in Data Streams), por su sigla en inglés, que traduce Inteligencia de Seguimiento en Tiempo Real de Flujos de Datos. Esta es una plataforma que reúne, almacena y permite la navegación de los datos compartidos en redes sociales. TRIDS permite a los usuarios realizar exploración de datos en tiempo real. Los canales de redes sociales actualmente cubiertos por TRIDS son Facebook, Flickr y Twitter, así como cualquier sitio web o blog que ofrece canales RSS (por ejemplo, de la BBC, Reuters, etc.).

TRIDS es capaz de reunir datos de redes sociales en tiempo real teniendo palabras clave o hashtags como entrada. Los datos recuperados se almacenan y procesan para enriquecerla con los metadatos que no está contenida en los datos originales, como opiniones, geolocalización, etc. Los metadatos se utilizan para presentar la información a los usuarios, que ofrece filtros textuales y visuales para facilitar la navegación.<sup>89</sup>

<sup>89</sup> Social Media Analysis. En: WeSenseIt Citizen Water Observatories. [En línea]. Disponible en: [http://wesenseit.eu/?page\\_id=427](http://wesenseit.eu/?page_id=427). Consultado en 21 de enero de 2016.

➤ *Ambulancia drone*

El estudiante de posgrado Alec Momont de Delf University of Technology ha diseñado una forma autónoma para navegar un mini-avión no tripulado, que pueda entregar rápidamente un desfibrilador donde se necesite. Una red de este tipo de aviones no tripulados podría aumentar significativamente la posibilidad de supervivencia tras un paro cardíaco desde un 8% a un 80%. De las aproximadamente 800.000 personas que sufren un paro cardíaco en la Unión Europea cada año sólo el 8% sobrevive. La razón principal de esto es el tiempo de respuesta relativamente largo de los servicios de emergencia; que puede llegar a ser de hasta 10 minutos, mientras que la muerte cerebral y otras fatalidades ocurren dentro de 4 a 6 minutos. La ambulancia drone puede entregar un desfibrilador a un paciente dentro de una zona de 12 km<sup>2</sup> en un minuto.

Cuando los servicios de emergencia reciben una llamada de un paro cardíaco, estos aviones no tripulados pueden entregar rápidamente un desfibrilador en la escena de la emergencia. A través de una transmisión en vivo y una conexión de audio, el drone también puede proporcionar información directa a los servicios de emergencia y las personas en el lugar pueden ser instruidas acerca de cómo tratar al paciente. El drone encuentra la ubicación del paciente a través de la señal del teléfono móvil de la persona que llama y hace su camino a través de GPS. El avión no tripulado puede volar a unos 100 km/h, pesa 4 kg y puede llevar otros 4 kg de carga.<sup>90</sup> La referencia permite apreciar el prototipo diseñado para servir como ambulancia drone.

---

<sup>90</sup> TU Delft's ambulance drone drastically increases chances of survival of cardiac arrest patients. En: Delf University of Technology. 27 de octubre de 2014. [En línea]. Disponible en: <http://www.tudelft.nl/en/current/latest-news/article/detail/ambulance-drone-tu-delft-vergroot-overlevingskans-bij-hartstilstand-drastisch/>. Consultado en 21 de enero de 2016.

**Figura 31.** Prototipo de la ambulancia drone



Fuente: sitio web <http://www.tudelft.nl/>

Por otra parte, médicos del Departamento de Cirugía de la Clínica Mayo en Rochester, Minnesota - Estados Unidos, trabajan en un prototipo de drone para solucionar el problema de desabastecimiento de sangre en zonas de desastre o en locaciones donde el nivel de complejidad y recursos económicos de los centros de salud, no permite contar con suministros de sangre para atender pacientes con hemorragias. Estos se basan en la limitada eficiencia de los sistemas de transporte actual para la entrega de suministros de sangre en lugares remotos o que han sido afectados por desastres naturales.<sup>91</sup> En la referencia, se muestra un diseño preliminar del dron en desarrollo.

---

<sup>91</sup> THIELS, C. A., AHO, J. M., ZIETLOW, S. P., y JENKINS, D. H. Use of unmanned aerial vehicles for medical product transport. En: Air Medical Journal, 2015. Vol. 34. No. 2.p. 104-108.

**Figura 32.** Representación artística de un avión no tripulado de transporte médico



Fuente: Mayo Foundation for Medical Education and Research

### **5.1.5 Construcción civil .**

Para lograr un desarrollo sustentable se requiere de cambios estructurales; no se trata de agregar a este estilo de desarrollo la variable ambiental, sino de concebir nuestras vidas y las de las futuras generaciones con un entorno adecuado. Un nuevo estilo de desarrollo debe partir de un replanteamiento de valores que excluya todo tipo de dominación sobre el entorno natural y los grupos humanos. El manejo adecuado del entorno natural permitirá satisfacer la necesidades básicas de las mayorías sociales en lugar de responder a los intereses de los grupos dominantes que no consideran la capacidad de carga de los ecosistemas, impidiendo con esto la constitución de una sociedad justa<sup>92</sup>. Es por esto que se hace necesario buscar mecanismos como las propuestas a continuación, que permitan la instrumentación participativa de alternativas de desarrollo que estén en armonía con la naturaleza.

---

<sup>92</sup> MARÍN, Ana. Mujer y medio ambiente en América latina y el caribe. Quito: fundación Natura – Ceplaes. 1991

➤ *Concreto súper absorbente para evitar inundaciones*

El concreto permeable se ha utilizado en los últimos años para mejorar la seguridad y los efectos ambientales causados por la precipitación de aguas lluvias y la escorrentía derivada de ello.<sup>93</sup> Por esta razón, en Estados Unidos y Canadá, el gobierno otorga incentivos a aquellos constructores que deciden utilizar pavimentos permeables en lugar de las soluciones convencionales, teniendo en cuenta los beneficios que representa su uso.<sup>94</sup> La Sociedad Americana de Ingenieros Civiles (ASCE), continuamente desarrolla estudios, con la finalidad de mejorar esta tecnología<sup>95</sup> y evaluar los resultados obtenidos mediante su aplicación en diversas ciudades del país.<sup>96</sup>

La empresa inglesa Tarmac, ha desarrollado un compuesto llamado Topmix Permeable, la cual es una solución de pavimento de hormigón, que rápidamente drena las aguas lluvias de las calles, superficies de estacionamiento, caminos y senderos. Tiene una capacidad de absorción de 150 a 1000 litros por minuto por m<sup>2</sup>, lo cual permite que se pueda drenar el agua lluvia a medida que esta hace contacto con el pavimento.<sup>97</sup> Entre los beneficios de los Sistemas urbanos sostenibles de drenaje y lo que los hace superiores a las soluciones tradicionales, se encuentran:

- Manejo efectivo del drenaje de las aguas lluvias, evitando inundación por aguas superficiales, protegiendo tanto al entorno natural, como a las construcciones.

---

<sup>93</sup> WRIGHT, C. D. Permeable concretes for railway abutment and U-wall drainage remediation. En: Geotechnical Special Publication, 2008. No. 178. p. 1121-1128.

<sup>94</sup> SWAN, D. J y SMITH, D. R. Development of design system for permeable interlocking concrete pavement. En: the *Green Streets and Highways, 2010: An Interactive Conference on the State of the Art and how to Achieve Sustainable Outcomes - Proceedings of the Green Streets and Highways 2010 Conference*. p. 314-322

<sup>95</sup> DRAKE, J., BRADFORD, A y VAN SETERS, T. "Winter Effluent Quality from Partial-Infiltration Permeable Pavement Systems". En: Environ. Eng, 2010. 10.1061/(ASCE) EE.1943-7870.0000854, 04014036.

<sup>96</sup> HEIN, D. K y SCHAUS, L. Permeable pavement design and construction: What have we learned recently? En: the *Green Streets, Highways, and Development 2013: Advancing the Practice - Proceedings of the 2nd Green Streets, Highways, and Development Conference 2013*. p. 31-44.

<sup>97</sup> Folleto Topmix Permeable. En Sitio web Tarmac. [En línea]. Disponible en: [http://www.tarmac.com/media/492738/hydromediabrochure28pp\\_rebranded\\_lowres1.pdf](http://www.tarmac.com/media/492738/hydromediabrochure28pp_rebranded_lowres1.pdf). Consultado en 22 de enero de 2016.

- Reducción de los riesgos por escasez de agua en épocas de poca lluvia, debido a que el agua que se drena por el pavimento, se deposita directamente en los acuíferos.
- Disminución en los costos de tratamiento de aguas de escorrentía, que generalmente se contaminan con lo que corre en las alcantarillas.

En la presentada a continuación se muestra una superficie que emplea esta tecnología.

**Figura 33.** Aspecto de una superficie pavimentada con concreto permeable



Fuente: Sitio web Tarmac

➤ *Mobiliario e inmuebles a base de plástico reciclado*

La preocupación por la protección del medio ambiente y los recursos naturales ha constituido una de las inquietudes más destacables de la sociedad contemporánea a nivel mundial. Los plásticos residuales generan un impacto ambiental debido, principalmente, a factores como su baja densidad que causa un mayor efecto visual que otros materiales, y su resistencia a la degradación que permite que

duren por largo tiempo en la etapa de disposición final, asimismo, por la presencia de aditivos adicionados a los plásticos desde su síntesis hasta su transformación para mejorar y modificar sus propiedades. Por ello, el reciclado de los materiales surge como una opción que implica beneficios de mejoramiento ecológico tanto en la reducción del volumen de residuos y la contaminación, como en la conservación de los recursos naturales. Ofrece, además, beneficios económicos ya que los costos del proceso de transformación de los materiales reciclados se consideran menores que el del material virgen.

En Colombia existen dos empresas que utilizan residuos de plástico para la producción de casas, como lo hace Ecomodulares; y construcción de muebles, pisos y techados con plástico reciclado, cisco de café y bagazo de caña, en el caso de Diseclar (Ver referencia).

**Figura 34.** Aplicaciones plásticas de la empresa Diseclar

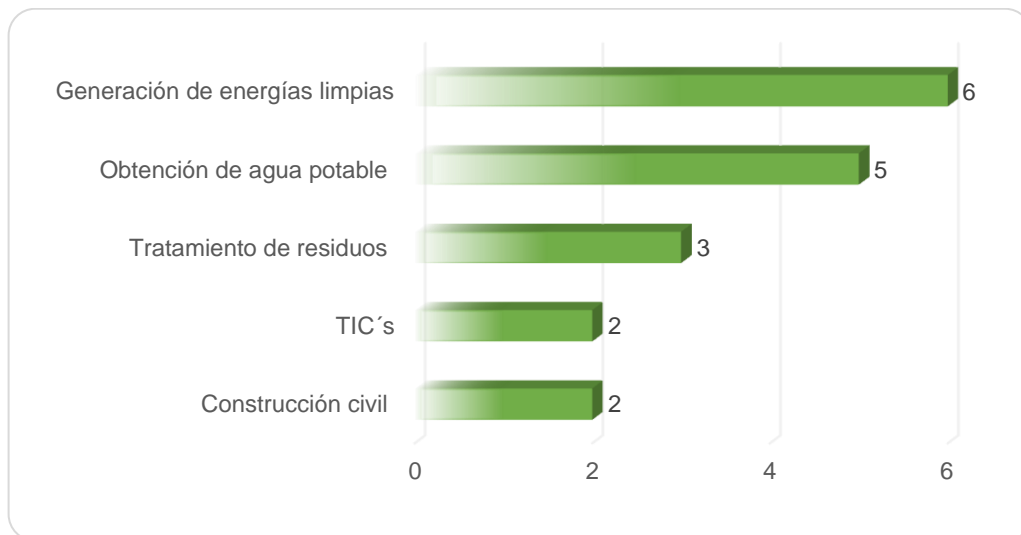


Fuente: Sitio web Diseclar

## 5.2 RESUMEN DE RESULTADOS

A modo de resumen, en la referencia, se muestra la distribución de los estudios que fueron analizados en este proyecto, y que sirvieron para contextualizar algunos de los avances que en materia de innovación social, se han llevado a cabo recientemente. De las 18 ideas analizadas, la mayoría, equivalente al 33%, hacen referencia a tecnologías relacionadas con la generación de energías limpias.

**Figura 35.** Distribución de los estudios analizados



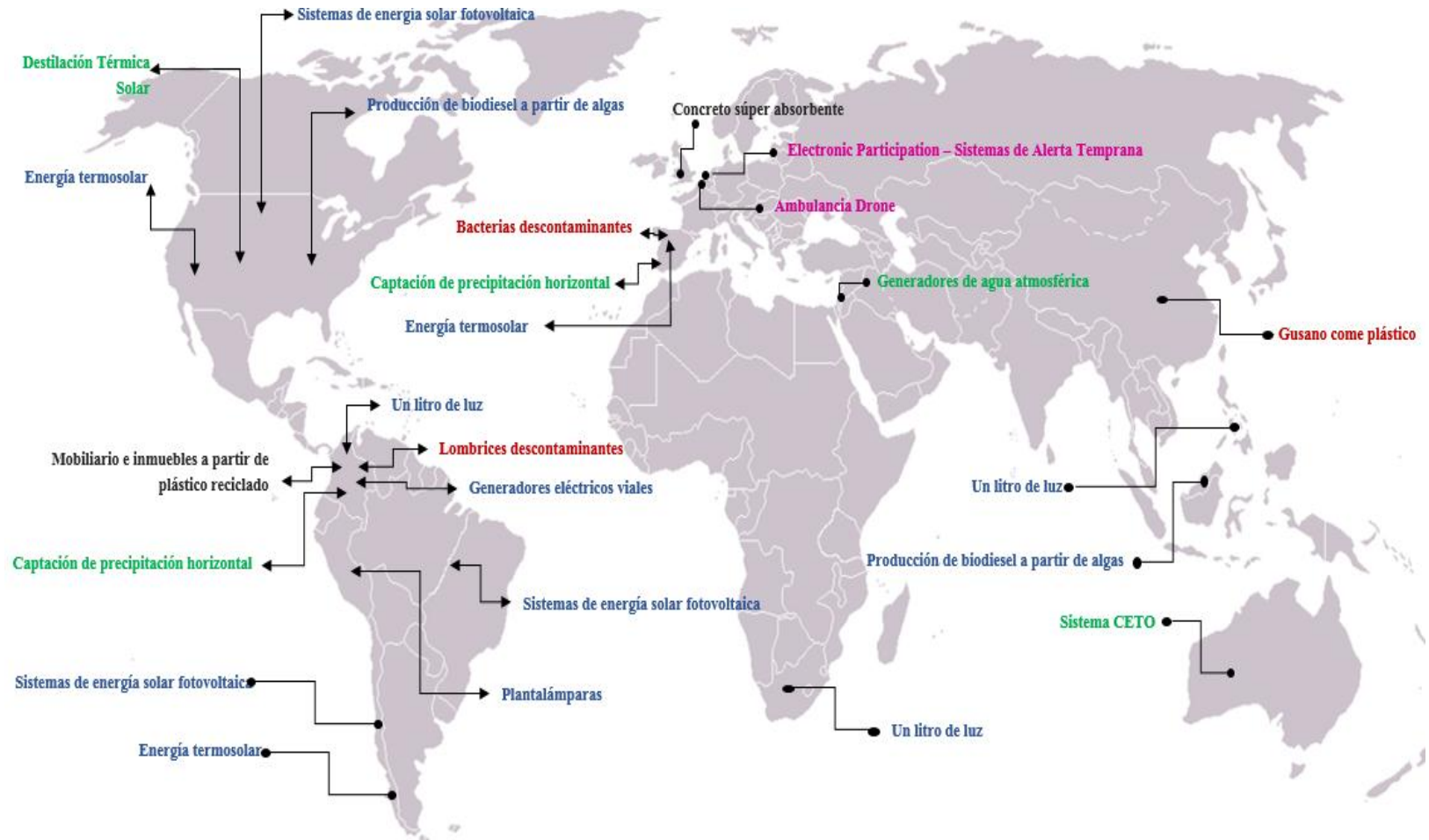
En materia de obtención de agua potable y generación de energías limpias, se encontró que existen proyectos en etapas avanzadas de desarrollo o que ya están operando exitosamente, convirtiéndose en soluciones para estos dos aspectos de vital importancia para el normal funcionamiento de las sociedades y todo lo que ellas involucran. En la Tabla 6 se muestra un análisis condensado de las características de cada uno de los estudios analizados en la investigación. Asimismo y para ilustrar de una manera gráfica los resultados de la tabla mencionada anteriormente, en la Figura 36 se muestra una distribución de las ideas según su país desarrollador.

**Tabla 7.** Resumen de las innovaciones analizadas en la investigación

#	IDEA	TÓPICO	UBICACIÓN	AÑO	IMPACTO	FASE
1	<i>Destilación Térmica Solar</i>	Obtención de agua potable	California, Estados Unidos	2015	Posibilidad de obtener agua para el regadío de cultivos en zonas de California que han sufrido largos periodos de sequía.	Operación
2	<i>Sistema CETO</i>	Obtención de agua potable	Perth, Australia	2001-2016	Obtención de agua potable y energía eléctrica a partir de agua salada, utilizando la osmosis inversa.	Operación
3	<i>Generadores de agua atmosférica</i>	Obtención de agua potable	Alemania Israel Brasil	2009 2015 2014	Se plantea como una alternativa para tener un acceso ilimitado al agua necesaria para el uso diario, tanto en el campo como en la ciudad	Operación
4	<i>Captación de precipitación horizontal</i>	Obtención de agua potable	Colombia España	2015	Suministro agua para pobladores de zonas campestres altamente húmedas, que se plantea como una buena alternativa para abastecerse de agua para sus diversos usos diarios.	Operación
5	<i>Sistemas de energía solar fotovoltaica</i>	Generación de energías limpias	Estados Unidos Chile Brasil	2006-2016	Posibilidad de ahorrar los costos de la energía por la que tienen que pagar los habitantes de los lugares donde se ha implementado esta tecnología.	Operación
6	<i>Energía termosolar</i>	Generación de energías limpias	Estados Unidos Chile España	2015 2008	Aprovechamiento de los rayos de luz solar para el accionamiento de turbinas y generación de energía eléctrica limpia	Operación
7	<i>Producción de biodiesel a partir de algas</i>	Generación de energías limpias	Estados Unidos Malasia	2009	Generación de biocombustibles con un bajo impacto ambiental y una eficiencia hasta 15 veces mayor a otras fuentes alternativas de producción de biocombustibles	Operación
8	<i>Un litro de luz</i>	Generación de energías limpias	Filipinas Colombia Sudáfrica	2011-2016	Iluminación a bajo costo para poblaciones pobres, las cuales no cuentan con red eléctrica disponible o sin recursos para acceder a esta.	Operación

#	IDEA	TÓPICO	UBICACIÓN	AÑO	IMPACTO	FASE
9	<i>Plantalámparas</i>	Generación de energías limpias	Perú	2015-	Acceso a iluminación para estudiantes y amas de casa en poblaciones indígenas a las cuales no se les ha incorporado en el sistema eléctrico nacional	Pruebas
10	<i>Generadores eléctricos viales</i>	Generación de energías limpias	Medellín, Colombia	2015-	Aprovechamiento de la energía cinética de los automóviles que se transportan por las autopistas, para darle usos para alumbrado público u otros usos para aquellas poblaciones que no tienen acceso a la red eléctrica	Prototipado
11	<i>Gusano come plástico</i>	Tratamiento de residuos	China	2015-	Disminución de los niveles de contaminación por plásticos que tienen un largo tiempo de degradación	Pruebas
12	<i>Lombrices descontaminantes</i>	Tratamiento de residuos	Colombia	2015	Descontaminación de fuentes de agua y reutilización del agua tratada en regadío de cultivos, así como la disminución de las aguas residuales que se vierten a los ríos	Operación
13	<i>Bacterias descontaminantes</i>	Tratamiento de residuos	Barcelona, España Leipzig, Alemania	2015 2016	Tratamiento de aguas residuales y descontaminación de acuíferos	
14	<i>Electronic Participation – Sistemas de Alerta Temprana</i>	Uso de las TIC's	Países Bajos	2015	Inclusión de los pobladores de la ciudad para el monitoreo y retroalimentación acerca de los factores de riesgo de inundación, en conjunto con las autoridades publicas	Operación
15	<i>Ambulancia Drone</i>	Uso de las TIC's	Países Bajos Estados Unidos	2014 2015	Posibilidad de brindar atención médica urgente a pacientes que podrían morir, en caso de no ser atendidos en un lapso menor a 10 minutos.	Prototipo
16	<i>Concreto súper absorbente</i>	Construcción civil	Inglaterra Estados Unidos	2013	Disminución de los riesgos asociados a la ocurrencia de inundaciones a causa de aguas superficiales y mayor eficiencia en retornar el agua llueva a acuíferos y ríos.	Operación
17	<i>Mobiliario e inmuebles a partir de plástico reciclado</i>	Construcción civil	Colombia	2014	Reutilización del plástico que diariamente es desechado por los consumidores	Operación

Figura 36. Distribución mundial de las ideas desarrolladas



Fuente: Durán Mena Eida Patricia

### **5.3 ARTÍCULO CIENTÍFICO**

Una vez recopilados los estudios y obtenido las conclusiones del mismo, se procedió a redactar el artículo científico a publicarse en la plataforma publindex de Colciencias, en el cual se hizo un análisis de las tecnologías estudiadas y el impacto de estas en los lugares en los que se implementaron, así como la aplicabilidad en Colombia, en caso de que estos fuesen materializados en países diferentes al antes mencionado. Este artículo puede apreciarse en el ANEXO B.

## 6. CONCLUSIONES

Con el diseño del protocolo de revisión sistemática utilizado en esta investigación se buscó identificar las propuestas e ideas innovadoras en el ámbito social, que permitieran una panorámica mundial de soluciones aplicables, a los problemas que aquejan a la sociedad actual. Cada uno de los tópicos desarrollados en esta revisión sistemática: obtención de agua potable, generación de energía, tratamiento de residuos, Tecnologías de Información y Comunicación, y construcción civil, se tuvieron en cuenta debido a su impacto en el funcionamiento de aquellas ciudades interesadas en lograr un desarrollo sostenible a través del avance de su infraestructura, el mejoramiento de la calidad de vida de sus ciudadanos y el uso eficaz de los recursos medioambientales.

Cada uno de los proyectos analizados según los tópicos mencionados anteriormente, permiten evidenciar que se cuenta con soluciones realizables y potencialmente escalables; algunas de las cuales son relativamente accesibles para la población en general. Estas innovaciones no solo tienen el potencial para mejorar la calidad de vida de las personas en las ciudades en las que podrían ser implementadas, sino que algunas tienen propósitos de repercusión a gran escala; como es el caso de las tecnologías con perfil de generación energética, las cuales plantean eliminar la dependencia de recursos no renovables como son los combustibles fósiles, optando en vez de estas por la utilización de otros elementos y procesos como son la conversión de energía térmica solar, la producción de energía fotovoltaica o la utilización de energía cinética, entre otras.

Igualmente se han concebido iniciativas innovadoras que a través de procesos biológicos naturales, como el uso de gusanos, biodigestores y plantas se transforma la basura y los desechos, en elementos no contaminantes y fuentes de energía utilizables. Demostrando con esto que es posible plantear soluciones

eficaces, eficientes, sostenibles y justas, no solo para el ser humano sino también para el medio ambiente quien es en últimas instancias quien nos provee con los recursos vitales para nuestra subsistencia.

## **7. RECOMENDACIONES**

Se sugiere analizar la viabilidad en la implementación de los proyectos de innovación social mostrados en esta investigación, que pudieran ayudar a superar algunos de los problemas que son comunes en nuestro contexto social en lo que concierne al abastecimiento de agua y energía, tratamiento de residuos o el uso de Tecnologías de la Información y Comunicación.

Asimismo se hace necesario incentivar la generación de ideas de este tipo, mediante la creación de concursos que premien las propuestas que tengan mayor factibilidad de materializarse y que representen una solución viable a los problemas que afectan a la ciudadanía en general. Contribuyendo en el futuro a que en el país se gesten más ciudades con un claro interés en el desarrollo sostenible.

## BIBLIOGRAFÍA

ARAMBURU, Clara. Revisión sistemática y meta-análisis en seguridad y salud laboral (II): etapas. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). Departamento de Investigación e Información. N° 1042. España. 2015.

ARCINIEGAS, Laura et al. Innovación y responsabilidad social. 2014, 54 p. Trabajo de grado. (Trabajador Social). Universidad Industrial de Santander. Escuela de Trabajo Social.

Bases Conceptuales de una Política de Innovación Social Departamento Nacional de Planeación. Subdirección de Ciencia, Tecnología e Innovación. Bogotá. 2013.

BELTRÁN, Oscar. Revisiones sistemáticas de la literatura. En: Revista Colombiana de Gastroenterología. Vol.20 No.1 Bogotá Marzo de 2005. [En línea]. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-99572005000100009&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-99572005000100009&script=sci_arttext). Consultado en 09 de agosto de 2015.

CARREÑO, Cristian, et al. Smart Cities: Revisión del estado del arte, 2013, 247 p. Trabajo de grado. (Ingeniero Electrónico). Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones.

CASTRO, Diana. Apropiación social de las TIC en el Magdalena Medio: planeación participativa y propuesta de seguimiento del territorio digital CM3.

2011, 139 p. Trabajo de grado. (Trabajador Social). Universidad Industrial de Santander. Escuela de Trabajo Social.

Correa Juan David. HILANDO, Innovación social gran herramienta para combatir la pobreza extrema 2002.<http://hilando.gov.co/index.php/blog>

Cultura Ciudadana y Gobierno Urbano. Alcaldía Mayor de Bogotá. 2011. p 35. [En línea]. Disponible en referencia. Consultado en 07 de octubre de 2015.

David Tranfield, David Denyer and Palminder Smart. Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review. Advanced Management Research Centre (AMRC), Cranfield School of Management, Cranfield University. British Journal of Management, Vol. 14. 207-222 (2003).

Definición de TIC. [En línea]. Disponible en: <http://www.serviciostic.com/las-tic/definicion-de-tic.html>. Consultado en 09 de octubre de 2015.

Fundación de la Innovación Bankinter, FIB (2009). Innovación Social. Reinventando el desarrollo sostenible. Fundación de la Innovación Bankinter. [En línea]. Disponible en: [http://www.fundacionbankinter.org/system/documents/8159/original/XII\\_FTF\\_Innovacion\\_Social\\_CASTELLANO.pdf](http://www.fundacionbankinter.org/system/documents/8159/original/XII_FTF_Innovacion_Social_CASTELLANO.pdf). Consultado en 22 de agosto de 2015.

GAULIER-GRICE, Robin; MULGAN, Goeff. The Open Book of Social Innovation. The Young Foundation. The LAB. Innovation public services. (2010)

HAHN, Johannes; ANDOR, Laszlo. Guide to Social Innovation. European Commission February, 2013. p 6.

HIGGINS JPT, GREEN S. Manual Cochrane de revisiones sistemáticas de intervenciones. THE COCHRANE COLLABORATION, 2011. [En línea]. Disponible en: [www.cochrane-handbook.org](http://www.cochrane-handbook.org). Consultado en 25 de julio de 2015.

¡La buena suerte de las TIC! En: Portafolio.co. Mayo 14 de 2015. [En línea]. Disponible en: <http://www.portafolio.co/columnistas/la-buena-suerte-las-tic>. Consultado en 09 de octubre de 2015.

La Innovación Social en América Latina. Marco conceptual y agentes. 2014. Heloise Buckland y David Murillo. Instituto de Innovación Social de ESADE y Fondo Multilateral de Inversiones (Banco Interamericano de Desarrollo).

Ley 1341 del 30 de julio de 2009. Ley de las Telecomunicaciones (TICs) en Colombia. Artículo 6. Consultado en 09 de octubre de 2015. [En línea]. Disponible en: [http://www.mintic.gov.co/portal/604/articles-3707\\_documento.pdf](http://www.mintic.gov.co/portal/604/articles-3707_documento.pdf).

Paliwala (2004). Kofi Annan, Secretario general de la Organización de las Naciones Unidas, discurso inaugural de la primera fase de la WSIS, Ginebra 2003.

Presentación Consideraciones acerca de cultura ciudadana como política pública urbana, 2010. [En línea]. Disponible en: <http://www.medellincomovamos.org/file/440/download/440>. Consultado en 07 de octubre de 2015.  
¿Qué es cultura ciudadana? Veeduría Distrital de Bogotá. 2013. [En línea]. Disponible en: <https://masciudadania.gov.co/index.php/home/que-es-cultura-ciudadana>. Consultado en 07 de octubre de 2015.

¿Qué es una Smart City? Top 5 ciudades inteligentes. En: Página web Sostenibilidad Para Todos. [En línea]. Disponible en: <http://www.sostenibilidad.com/que-es-una-smartcity-top-5-ciudades-inteligentes>. Consultado en 01 de octubre de 2015.

Smart Cities. En: Página web Endesa Educa. [En línea]. Disponible en: [http://www.endesaeduca.com/Endesa\\_educa/recursos-interactivos/smart-city/](http://www.endesaeduca.com/Endesa_educa/recursos-interactivos/smart-city/). Consultado en 01 de octubre de 2015.

TIC's e Innovación Social, un matrimonio feliz. 07 de marzo de 2013. [En línea]. Disponible en: [http://pagina10.com/index.php/tecnologia/item/685-tic%C2%B4s-e-innovaci%C3%B3n-social-un-matrimonio-feliz#.VhfBUux\\_Oko](http://pagina10.com/index.php/tecnologia/item/685-tic%C2%B4s-e-innovaci%C3%B3n-social-un-matrimonio-feliz#.VhfBUux_Oko). Consultado en 09 de octubre de 2015.

VILLA, Aurelio. Un modelo de evaluación de Innovación Social Universitaria Responsable. Universidad de Deusto. Deusto, España. 2013. p 57.

A Metabolic Pathway in Cyanobacteria Could Yield Better Biofuels and Bioproducts from Photosynthesis. National Renewable Energy Laboratory (NREL). En línea. Disponible en: <http://www.nrel.gov/news/press/2015/21606>. Consultado en 08 de enero de 2016.

## ANEXOS

### ANEXO A. LISTA DE ARTÍCULOS UTILIZADOS EN LA INVESTIGACIÓN

#	Artículo
1	Proffitt, M., & Burns, A. (2006). Fresh off the coast. <i>International Water Power and Dam Construction</i> , 58(8), 34-35. Retrieved from <a href="http://www.scopus.com">www.scopus.com</a>
2	Gallagher, S., Tiron, R., Whelan, E., Gleeson, E., Dias, F., & McGrath, R. (2016). The nearshore wind and wave energy potential of ireland: A high resolution assessment of availability and accessibility. <i>Renewable Energy</i> , 88, 494-516.
3	Pugsley, A., Zacharopoulos, A., Mondol, J. D., & Smyth, M. (2016). Global applicability of solar desalination. <i>Renewable Energy</i> , 88, 200-219.
4	Martínez-Alvarez, V., Martín-Gorriz, B., & Soto-García, M. (2016). Seawater desalination for crop irrigation - A review of current experiences and revealed key issues. <i>Desalination</i> , 381, 58-70.
5	Kim, J., Park, M., Shon, H. K., & Kim, J. H. (2016). Performance analysis of reverse osmosis, membrane distillation, and pressure-retarded osmosis hybrid processes. <i>Desalination</i> , 380, 85-92.
6	Thomaidis, N. S., Santos-Alamillos, F. J., Pozo-Vázquez, D., & Usaola-García, J. (2016). Optimal management of wind and solar energy resources. <i>Computers and Operations Research</i> , 66, 284-291
7	Srivastava, A. K., Kudariyawar, J. Y., Borgohain, A., Jana, S. S., Maheshwari, N. K., & Vijayan, P. K. (2016). Experimental and theoretical studies on the natural circulation behavior of molten salt loop. <i>Applied Thermal Engineering</i> , 98, 513-521.
8	Bergmair, D., Metz, S. J., De Lange, H. C., & van Steenhoven, A. A. (2014). System analysis of membrane facilitated water generation from air humidity. <i>Desalination</i> , 339(1), 26-33.
9	Holden, M., Li, C., & Molina, A. (2015). The emergence and spread of ecourban neighbourhoods around the world. <i>Sustainability (Switzerland)</i> , 7(9), 11418-11437.
10	Havas, L., Ballweg, J., Penna, C., & Race, D. (2015). Power to change: Analysis of household participation in a renewable energy and energy efficiency programme in central australia. <i>Energy Policy</i> , 87, 325-333.
11	Yang, Y., Yang, N., Bo, T., Li, D., Yin, Q., & Xiang, Y. (2015). Organic wastewater treatment and methane production in a continuousflow microbial electrolysis cell. <i>Chinese Journal of Applied and Environmental Biology</i> , 21(5), 854-859.
12	Corbella, C., Guivernau, M., Viñas, M., & Puigagut, J. (2015). Operational, design and microbial aspects related to power production with microbial fuel cells implemented in constructed wetlands. <i>Water Research</i> , 84, 232-242.
13	Chennan Li, Yogi Goswami, , Elias Stefanakos. (2013). Solar assisted sea water desalination: A review. <i>Renewable and Sustainable Energy Reviews</i> . 19, 136–163
14	Díaz, F. J., Benes, S. E., & Grattan, S. R. (2013). Field performance of halophytic species under irrigation with saline drainage water in the san joaquin valley of california. <i>Agricultural Water Management</i> , 118, 59-69.

#	Artículo
15	Mahmoud Shatat, Mark Worall , Saffa Riffat . (2013). Opportunities for solar water desalination worldwide: Review. <i>Sustainable Cities and Society</i> 9, 67–80
16	A.A. Siyal, M. Th. van Genuchten, T.H. Skaggs (2013). Solute transport in a loamy soil under subsurface porous clay pipe irrigation. 121, 73-80
17	Li C., Goswami Y., & Stefanakos E. (2013). Solar assisted sea water desalination: A review. <i>Renewable and Sustainable Energy Reviews</i> , 19, 136-163.
18	Gordon E. (2015). Realizing potential. <i>Offshore Engineer</i> , 40(6), 30-31. Retrieved from <a href="http://www.scopus.com">www.scopus.com</a>
19	Webb C. (2015). Wave energy: Size matters. <i>Power</i> , 159(7) Retrieved from <a href="http://www.scopus.com">www.scopus.com</a>
20	Fraunhofer-Gesellschaft. (2009, June 8). Drinking Water From Air Humidity. <i>ScienceDaily</i> . Retrieved December 26, 2015 from <a href="http://www.sciencedaily.com/releases/2009/06/090605091856.htm">www.sciencedaily.com/releases/2009/06/090605091856.htm</a>
21	Holden M., Li C., & Molina A. (2015). The emergence and spread of ecourban neighbourhoods around the world. <i>Sustainability (Switzerland)</i>
22	Byrne J., Taminiau J., Kurdgelashvili L., & Kim K.N. (2014). A review of the solar city concept and methods to assess rooftop solar electric potential, with an illustrative application to the city of seoul. <i>Renewable and Sustainable Energy Reviews</i> , 41, 830-844.
23	Medipally S.R., Yusoff F.M., Banerjee S., & Shariff M. (2015). Microalgae as sustainable renewable energy feedstock for biofuel production. <i>BioMed Research International</i>
24	Xu C.-M., Jiao Z.-L., Wang X.-D., & Fu Y. (2015). Biodiesel production from microalgae: Current status and potential. <i>Xiandai Huagong/Modern Chemical Industry</i> , 35(8), 1-5 and 7. Retrieved from <a href="http://www.scopus.com">www.scopus.com</a>
25	Arias Peñaranda, Martha et al. Producción de biodiesel a partir de microalgas: parámetros del cultivo que afectan la producción de lípidos. <i>Acta Biologica Colombiana</i> . Vol 18, No 1, 2013 43-68. [En línea]. Disponible en: <a href="http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/actabiol/article/view/32832/40207">http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/actabiol/article/view/32832/40207</a> . Consultado en 20 de enero de 2016.
26	MENG X, YANG J, XU X, ZHANG L, NIE Q, XIAN M. Biodiesel production from oleaginous microorganisms. <i>Renew Energ</i> , 2009;34(1):1-5.
27	MATA TM, MARTINS AA, CAETANO NS. Microalgae for biodiesel production and other applications: A review. <i>Renew Sust Energ Rev</i> . 2010;14(1):217-232.
28	AVAGYAN AB. A contribution to global sustainable development: inclusion of microalgae and their biomass in production and bio cycles. <i>Clean Techn Environ Policy</i> . 2008;10(4):313-317.
29	AMIN S. Review on biofuel oil and gas production processes from microalgae. <i>Energ Convers Manage</i> . 2009;50(7):1834-1840.
30	LIM S, TEONG LK. Recent trends, opportunities and challenges of biodiesel in Malaysia: An overview. <i>Renew Sust Energ Rev</i> . 2010;14(3):938-954.
31	CHINNASAMY S, BHATNAGAR A, HUNT RW, DAS KC. Microalgae cultivation in a wastewater dominated by carpet mill effluents for biofuel applications. <i>Bioresour Technol</i> . 2010;101(9):3097-3105. CHISTI Y. Biodiesel from microalgae. <i>Biotechnol Adv</i> . 2007;25:294-306.

#	Artículo
32	WANG B, LI Y, WU N, LAN C. CO <sub>2</sub> bio-mitigation using microalgae. <i>Appl Microbiol Biotechnol</i> . 2008;79(5):707-718.
33	Folgosa, F., Tavares, P., & Pereira, A. S. (2015). Iron management and production of electricity by microorganisms. <i>Applied Microbiology and Biotechnology</i> , 99(20), 8329-8336
34	Yang, Y., Yang, J., Wu, W., Zhao, J., Song, Y., Gao, L., Jiang, L. (2015). Biodegradation and mineralization of polystyrene by plastic-eating mealworms: Part 1. chemical and physical characterization and isotopic tests. <i>Environmental Science and Technology</i> , 49(20), 12080-12086.
35	Yang, J., Yang, Y., Wu, W. -, Zhao, J., & Jiang, L. (2014). Evidence of polyethylene biodegradation by bacterial strains from the guts of plastic-eating waxworms. <i>Environmental Science and Technology</i> , 48(23), 13776-13784.
36	Yang, Y., Chen, J., Wu, W. -, Zhao, J., & Yang, J. (2015). Complete genome sequence of bacillus sp. YP1, a polyethylene-degrading bacterium from waxworm's gut. <i>Journal of Biotechnology</i> , 200, 77-78.
37	Nijenhuis, I., & Kuntze, K. (2016). Anaerobic microbial dehalogenation of organohalides-state of the art and remediation strategies. <i>Current Opinion in Biotechnology</i> , 38, 33-38.
38	Martín-González et al. (2015). Stable Carbon Isotope Fractionation During 1,2-Dichloropropane-to-Propene Transformation by an Enrichment Culture Containing Dehalogenimonas Strains and a dcpA Gene. <i>Environ Sci Technol</i> . 21; 49(14):8666-74.
39	Wehn U., Evers J. The social innovation potential of ICT-enabled citizen observatories to increase eParticipation in local flood risk management. <i>Technology in Society</i> 42 (2015) 187e198
40	Thiels, C. A., Aho, J. M., Zietlow, S. P., & Jenkins, D. H. (2015). Use of unmanned aerial vehicles for medical product transport. <i>Air Medical Journal</i> , 34(2), 104-108.
41	Wright, C. D. (2008). Permeable concretes for railway abutment and U-wall drainage remediation. Paper presented at the <i>Geotechnical Special Publication</i> , (178) 1121-1128.
42	Swan, D. J., & Smith, D. R. (2010). Development of design system for permeable interlocking concrete pavement. Paper presented at the <i>Green Streets and Highways 2010: An Interactive Conference on the State of the Art and how to Achieve Sustainable Outcomes - Proceedings of the Green Streets and Highways 2010 Conference</i> , , 389 314-322
43	Drake, J., Bradford, A., and Van Seters, T. (2014). "Winter Effluent Quality from Partial-Infiltration Permeable Pavement Systems." <i>J. Environ. Eng.</i> , 10.1061/(ASCE)EE.1943-7870.0000854, 04014036.
44	Hein, D. K., & Schaus, L. (2013). Permeable pavement design and construction: What have we learned recently? Paper presented at the <i>Green Streets, Highways, and Development 2013: Advancing the Practice - Proceedings of the 2nd Green Streets, Highways, and Development Conference</i> , 31-44.
45	Li C., Goswami Y., & Stefanakos E. (2013). Solar assisted sea water desalination: A review. <i>Renewable and Sustainable Energy Reviews</i> , 19, 136-163.

## ANEXO B. ARTÍCULO PUBLICABLE

### REVISIÓN SISTEMÁTICA DE AVANCES EN LA IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍAS PARA LA INNOVACIÓN SOCIAL EN CIUDADES INTELIGENTES

Elda Patricia Durán Mena<sup>98</sup>

#### RESUMEN

En este artículo, se presenta una descripción de los avances más relevantes obtenidos a nivel nacional y mundial en cuanto al desarrollo e implementación de tecnologías enfocadas en la innovación social en el marco de las ciudades inteligentes. Las fuentes de información utilizadas para la consecución de los estudios e iniciativas relacionadas con la temática de investigación, incluyó la base de datos Scopus, páginas web de innovación tecnológica, emprendimiento colaborativo y crowdfunding o financiamiento colectivo, así como aquellas de contenido científico o periodístico. Los ejemplos de innovación social gestados gracias a la utilización de diversos recursos tecnológicos, como los mostrados en la presente investigación, servirán de base para un futuro análisis y desarrollo en el país (para aquellos desarrollados por fuera de este), o para el fomento y apoyo de los que fueron concebidos por entusiastas emprendedores colombianos.

**Palabras claves:** Innovación, Social, Ciudades Inteligentes, Tecnologías, Revisión Sistemática.

#### ABSTRACT

In this paper, is presented a description of the most significant progress done at national and global level in the development and implementation of technologies focused on social innovation in the context of smart cities. The sources of

---

<sup>98</sup> Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga. Colombia. Contacto: elda.duran.mena@gmail.com

information used for the achievement of studies and initiatives related to the topic of research, included the Scopus database, web pages of technological innovation, collaborative entrepreneurship and crowdfunding, as well as those that include scientific or journalistic content. Examples of social innovation created through the use of various technological resources, as shown in this research, will provide the basis for future analysis and development in the country (for those developed out of this), or for the promotion and support of those who were conceived by enthusiastic Colombian entrepreneurs.

### **CONCEPTO DE INNOVACIÓN SOCIAL**

El concepto de innovación ha venido tomando fuerza en los últimos años por lo que es posible encontrar diversas definiciones del mismo, aunque todas y cada una de ellas apuntan hacia la misma dirección; idear soluciones para los problemas de índole social que ayuden a mejorar las condiciones de vida, de la población en general.

The National Endowment for Science, Technology and the Arts NESTA, define la innovación social como: *“el deseo de satisfacer las necesidades sociales que pueden ser descuidadas por las formas tradicionales de provisión del mercado privado y que a menudo han sido mal atendidas o resueltas por los servicios organizados por el Estado. La innovación social puede tener lugar dentro o fuera de los servicios públicos. Pueden ser desarrolladas por los sectores público, privado o de terceros, o de los usuarios y las comunidades pero igualmente, cierto grado de innovación desarrollado por estos sectores no se puede considerar como la innovación social, ya que no aborda directamente los desafíos sociales más importantes”*

A su vez, la Fundación de la Innovación Bankiter FIB propone que la Innovación Social debe ser el método utilizado para lograr un nuevo modelo que no solo aplique para la creación o mejora de productos y servicios, sino que se extienda a

otras áreas afines. En este sentido destacaban también la vinculación de este concepto al marco de las mejoras sociales y los cambios que pueden operarse en el mismo. Esto nos lleva a dar cuenta de un concepto dinámico, pautado por la acción social en donde el rol fundamental lo tienen los actores facilitadores, también denominados agentes sociales o stakeholders (FIB, 2009).

Por su parte, *The Open Book of Social Innovation*, definió la Innovación Social como «las nuevas ideas (productos, servicios y modelos) que al mismo tiempo pueden satisfacer las necesidades sociales y crear nuevas relaciones sociales o colaboraciones. En otras palabras, son las innovaciones que son buenas para la sociedad y que mejoran la capacidad de la sociedad para actuar». No obstante, el libro también ofrece otras definiciones del concepto. Por ejemplo, la definición sobre innovación social de la Universidad de Stanford propuesta por Phills, Deiglmeier y Miller (2008), gira en torno a la concepción de construir un curso de acción que permita atender las necesidades y problemáticas sociales a partir de tres elementos fundamentales: la eficacia, la eficiencia y la sostenibilidad. Este curso de acción debe estar orientado a aportar beneficios a la sociedad comprendida como un todo, y no a ciertos intereses particulares.

### **AVANCES TECNOLÓGICOS EN INNOVACIÓN SOCIAL**

El análisis de la literatura existente relacionada con la innovación social mediante la aplicación de tecnologías en ciudades inteligentes, dio como resultado el análisis de los tópicos más importantes para el funcionamiento sostenible de una ciudad, entre los cuales se encuentran: la necesidad de contar con agua potable para el consumo de la población; energía eléctrica limpia, constante y económicamente asequible; la eficiente disposición, tratamiento y transformación de residuos; el uso de las tecnologías de información y comunicación; así como desarrollos civiles que contribuyan a la seguridad de la población.

En cuanto a la obtención de agua potable se revisaron iniciativas con un componente tecnológico bastante alto, basados en principios que han sido utilizados ampliamente en la industria, tal como lo es el sistema de *Destilación Térmica Solar* utilizado en California – EEUU, para la obtención de agua para el regadío de cultivos en zonas que han sufrido largos periodos de sequía. En la ciudad de Perth – Australia, se viene desarrollando desde el inicio de la década del 2000, el *Sistema CETO* para la generación de agua potable y energía eléctrica a partir de agua salada, utilizando la osmosis inversa y aprovechando la energía undimotriz de las olas respectivamente. La particularidad de esta tecnología, radica en su doble propósito, teniendo en cuenta que es capaz de proporcionar una solución dos de las principales necesidades de una sociedad organizada, tal como lo son el acceso a agua para el consumo humano y energía eléctrica.

Una alternativa relativamente económica que podría llegar a solucionar el problema de obtención de agua para aquella población que por condiciones geográficas o meteorológicas, no tiene acceso al preciado líquido, radica en la *captación de precipitación horizontal o el uso de generadores de agua atmosférica*, sistemas que se aprovechan de la humedad y el vapor de agua presentes en el aire, para condensarlos y convertirlos en agua para el consumo y diversos otros usos. A diferencia de los sistemas de desalinización, que requieren agua salobre para su funcionamiento, estos no requieren tener fuentes hídricas de las cuales abastecerse, sino que se valen de las partículas de agua suspendidas en el aire, situación que aumenta ostensiblemente sus posibilidades de uso, dado que podrían funcionar en cualquier lugar, siempre y cuando haya un nivel de humedad de al menos 10%.

El aprovechamiento de la energía solar se ha intensificado en las últimas dos décadas, permitiendo desarrollar tecnologías que buscan generar energía eléctrica a partir de la utilización de *celdas fotovoltaicas* o paneles solares, así como mediante el funcionamiento de *plantas de energía termosolar*, las cuales para la generación de energía, utilizan sal fundida que evapora el agua que corre por su

sistema y que finalmente siendo vapor, se encarga de mover las turbinas destinadas para la conversión de la energía.

La crisis mundial de energía y el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero, han impulsado la búsqueda de fuentes alternativas de energía renovable amigable con el medio ambiente. Según el análisis de ciclo de vida, el *biocombustible de microalgas* se identifica como una de las principales fuentes de energía renovables para el desarrollo sostenible, con el potencial de reemplazar los combustibles fósiles. La eficiencia de estas es hasta 15 veces mayor a otras fuentes alternativas de producción de biocombustibles. El esquema para la producción de biocombustibles utilizando esta tecnología, es técnico y económicamente viable, además de ser competitivo en costos; no requiere tierras adicionales, hace un uso mínimo de agua, y mitiga el CO atmosférico.

En Medellín – Colombia, se ideó un sistema conocido como *generadores eléctricos viales* que consiste en aprovechar la energía cinética de los automóviles en movimiento a través de las autopistas de las ciudades para convertirla en energía eléctrica utilizable en lugares donde no se cuente con la infraestructura necesaria para suplir de este importante recurso a la población. Este sistema estará instalado en pequeños rodillos que puestos de manera superficial en las vías principales permitirán que con el paso de los vehículos, se genere electricidad.

La iniciativa que *Liter of Light o Litro de Luz* nacida en Filipinas se enfoca en proveer de luz a las poblaciones que no tienen acceso a la red eléctrica convencional. Este sistema tiene dos variantes: una botella plástica llena de una solución de agua e hipoclorito de sodio, con la finalidad de aprovechar la refracción de la luz solar a través del líquido contenido en la botella, y de esta manera iluminar espacios que carecen de energía eléctrica como fuente lumínica, y otra que consiste en un poste con una placa solar, una batería, una bombilla

LED y una botella que sirven para almacenar la energía solar durante el día e iluminar la calle por la noche.

Investigadores de la Universidad de Ingeniería y Tecnología (UTEC, Perú) han desarrollado una técnica para captar la electricidad emitida por las plantas, valiéndose de un género de bacterias que viven en la tierra; el *Geobacter*. Los nutrientes de las plantas encuentran a estos microorganismos en la tierra, y ese proceso libera los electrones que unos electrodos instalados en la tierra pueden capturar. Una red de estos electrodos pueden transferir los electrones a una batería estándar.

Un estudio en curso llevado a cabo por ingenieros del Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad de Stanford, en colaboración con investigadores de China, muestra que los gusanos de harina (estado larvario del escarabajo *Tenebrio molitor*) pueden biodegradar de forma segura varios tipos de plástico, tal como es el caso del poliestireno expandido, mayormente conocido como icopor. Los gusanos convierten aproximadamente la mitad de la espuma de poliestireno en dióxido de carbono, como lo harían con otras fuentes de alimento. Esta situación permite inferir que una solución de este tipo, utilizada a gran escala, podría contribuir al adecuado tratamiento de los residuos de plástico, los cuales tienen una alta incidencia en los niveles de contaminación a nivel mundial.

Un estudio llevado a cabo por investigadores de la Universitat Autònoma de Barcelona y el Helmholtz-Centre for Environmental Research –UFZ (ISOBIO) de Leipzig (Alemania), han identificado, una bacteria del género *Dehalogenimonas* que tiene capacidad para transformar ciertos compuestos contaminantes organoclorados tóxicos (1,2-dicloroetano o el 1,2-dicloropropano); los cuales toma como fuente de energía, y convertirlos en otros más fácilmente biodegradables o hasta inocuos, como es el caso del etileno o el propileno, convirtiéndose en una

opción acertada para el tratamiento de fuentes de agua contaminadas, buscando su recuperación y conservación.

Analizando el uso de las Tecnologías de Información y Comunicación, investigadores del Programa Maestro de Gestión del Agua de la UNESCO-IHE Institute for Water Education, desarrollaron en la ciudad de Delf, Países Bajos, un sistema de comunicación participativo denominado “observatorio ciudadano”. Estos observatorios, incluidos en el proyecto WeSenseIt, van más allá de la simple medición de los datos ambientales y el conocimiento para gestionar eficaz y eficientemente los recursos hídricos. El aspecto clave de estos, es la participación directa de las comunidades de usuarios en el proceso de recolección de datos: permite la participación ciudadana en la recogida de datos a través de una innovadora combinación de sensores de fácil uso y tecnologías de seguimiento, así como el aprovechamiento de la inteligencia colectiva de los ciudadanos, es decir, la información, la experiencia y conocimiento incorporado dentro de los individuos y las comunidades (por ejemplo, utilizando aplicaciones y las redes sociales). En un lugar basado en web, la plataforma de e-colaboración, la información y los datos se pueden recopilar, compartir y ser contextualizados para proporcionar conocimiento de la situación en tiempo real.

La Delf University of Technology de Países Bajos, ha diseñado un mini-avión no tripulado, que puede entregar rápidamente un desfibrilador donde se necesite. Una red de este tipo de aviones no tripulados podría aumentar significativamente la posibilidad de supervivencia tras un paro cardíaco desde un 8% a un 80%. De las aproximadamente 800.000 personas que sufren un paro cardíaco en la Unión Europea cada año, y sólo el 8% sobrevive. La razón principal de esto, es el tiempo de respuesta relativamente largo de los servicios de emergencia; que puede llegar a ser de hasta 10 minutos, mientras que la muerte cerebral y otras fatalidades ocurren dentro de 4 a 6 minutos. La ambulancia drone puede entregar un desfibrilador a un paciente dentro de una zona de 12 km<sup>2</sup> en un minuto.

Cuando los servicios de emergencia reciben una llamada de un paro cardíaco, estos aviones no tripulados pueden entregar rápidamente un desfibrilador en la escena de la emergencia. A través de una transmisión en vivo y una conexión de audio, el dron también puede proporcionar información directa a los servicios de emergencia y las personas en el lugar pueden ser instruidas acerca de cómo tratar al paciente. El dron encuentra la ubicación del paciente a través de la señal del teléfono móvil de la persona que llama y hace su camino a través de GPS. El avión no tripulado puede volar a unos 100 km/h, pesa 4 kg y puede llevar a otros 4 kg de carga.

En el ramo de la construcción civil, la empresa inglesa Tarmac, ha desarrollado un compuesto llamado Topmix Permeable, el cual es una solución de pavimento de hormigón, que rápidamente drena las aguas lluvias de las calles, superficies de estacionamiento, caminos y senderos. Tiene una capacidad de absorción de 150 a 1000 litros por minuto por m<sup>2</sup>, lo cual permite que se pueda drenar el agua lluvia a medida que esta hace contacto con el pavimento.

En Colombia existen dos empresas que utilizan residuos de plástico para la producción de casas, como lo hace Ecomodulares; y construcción de muebles, pisos y tejados con plástico reciclado, cisco de café y bagazo de caña, en el caso de Diseclar.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

A.A. Siyal, M. Th. van Genuchten, T.H. Skaggs (2013). Solute transport in a loamy soil under subsurface porous clay pipe irrigation. 121, 73-80

AMIN S. Review on biofuel oil and gas production processes from microalgae. *Energ Convers Manage*. 2009;50(7):1834-1840.

Arias Peñaranda, Martha et al. Producción de biodiesel a partir de microalgas: parámetros del cultivo que afectan la producción de lípidos. *Acta Biologica Colombiana*. Vol 18, No 1, 2013 43-68. [En línea]. Disponible en: <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/actabiol/article/view/32832/40207>. Consultado en 20 de enero de 2016.

Avagyan AB. A contribution to global sustainable development: inclusion of microalgae and their biomass in production and bio cycles. *Clean Techn Environ Policy*. 2008;10(4):313-317.

Bergmair, D., Metz, S. J., De Lange, H. C., & van Steenhoven, A. A. (2014). System analysis of membrane facilitated water generation from air humidity. *Desalination*, 339(1), 26-33.

Byrne J., Taminiau J., Kurdgelashvili L., & Kim K.N. (2014). A review of the solar city concept and methods to assess rooftop solar electric potential, with an illustrative application to the city of seoul. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 41, 830-844.

Chennan Li, Yogi Goswami, Elias Stefanakos. (2013). Solar assisted sea water desalination: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 19, 136–163  
Chinnasamy S, Bhatnagar A, Hunt RW, Das KC. Microalgae cultivation in a wastewater dominated by carpet mill effluents for biofuel applications. *Bioresour Technol*. 2010;101(9):3097-3105. CHISTI Y. Biodiesel from microalgae. *Biotechnol Adv*. 2007;25:294-306.

Corbella, C., Guivernau, M., Viñas, M., & Puigagut, J. (2015). Operational, design and microbial aspects related to power production with microbial fuel cells implemented in constructed wetlands. *Water Research*, 84, 232-242.

Díaz, F. J., Benes, S. E., & Grattan, S. R. (2013). Field performance of halophytic species under irrigation with saline drainage water in the san joaquin valley of california. *Agricultural Water Management*, 118, 59-69.

Drake, J., Bradford, A., and Van Seters, T. (2014). "Winter Effluent Quality from Partial-Infiltration Permeable Pavement Systems." *J. Environ. Eng.*, 10.1061/(ASCE) EE.1943-7870.0000854, 04014036.

Folgosa, F., Tavares, P., & Pereira, A. S. (2015). Iron management and production of electricity by microorganisms. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 99(20), 8329-8336

Fraunhofer-Gesellschaft. (2009, June 8). Drinking Water From Air Humidity.ScienceDaily. Retrieved December 26, 2015 from [www.sciencedaily.com/releases/2009/06/090605091856.htm](http://www.sciencedaily.com/releases/2009/06/090605091856.htm)

Fundación de la Innovación Bankinter, FIB (2009). *Innovación Social. Reinventando el desarrollo sostenible*. Fundación de la Innovación Bankinter

Gallagher, S., Tiron, R., Whelan, E., Gleeson, E., Dias, F., & McGrath, R. (2016). The nearshore wind and wave energy potential of Ireland: A high resolution assessment of availability and accessibility. *Renewable Energy*, 88, 494-516.

Gaulier-Grice, Robin; Mulgan, Goeff. *The Open Book of Social Innovation*. The Young Foundation. The LAB. Innovation public services. (2010)

Gordon E. (2015). Realizing potential. *Offshore Engineer*, 40(6), 30-31. Retrieved from [www.scopus.com](http://www.scopus.com)

Havas, L., Ballweg, J., Penna, C., & Race, D. (2015). Power to change: Analysis of household participation in a renewable energy and energy efficiency programme in central australia. *Energy Policy*, 87, 325-333.

Hein, D. K., & Schaus, L. (2013). Permeable pavement design and construction: What have we learned recently? Paper presented at the Green Streets, Highways, and Development 2013: Advancing the Practice - Proceedings of the 2nd Green Streets, Highways, and Development Conference, 31-44.

Holden M., Li C., & Molina A. (2015). The emergence and spread of ecourban neighbourhoods around the world. *Sustainability (Switzerland)*

Holden, M., Li, C., & Molina, A. (2015). The emergence and spread of ecourban neighbourhoods around the world. *Sustainability (Switzerland)*, 7(9), 11418-11437.

Kim, J., Park, M., Shon, H. K., & Kim, J. H. (2016). Performance analysis of reverse osmosis, membrane distillation, and pressure-retarded osmosis hybrid processes. *Desalination*, 380, 85-92.

Li C., Goswami Y., & Stefanakos E. (2013). Solar assisted sea water desalination: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 19, 136-163.

Li C., Goswami Y., & Stefanakos E. (2013). Solar assisted sea water desalination: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 19, 136-163.

LIM S, TEONG LK. Recent trends, opportunities and challenges of biodiesel in Malaysia: An overview. *Renew Sust Energ Rev*. 2010;14(3):938-954.

Mahmoud Shatat, Mark Worall , Saffa Riffat . (2013). Opportunities for solar water desalination worldwide: Review. *Sustainable Cities and Society* 9, 67–80

Martínez-Alvarez, V., Martín-Gorriz, B., & Soto-García, M. (2016). Seawater desalination for crop irrigation - A review of current experiences and revealed key issues. *Desalination*, 381, 58-70.

Martín-González et al. (2015). Stable Carbon Isotope Fractionation During 1,2-Dichloropropane-to-Propene Transformation by an Enrichment Culture Containing Dehalogenimonas Strains and a dcpA Gene. *Environ Sci Technol.* 21; 49(14):8666-74.

Mata TM, Martins AA, Caetano NS. Microalgae for biodiesel production and other applications: A review. *Renew Sust Energ Rev.* 2010;14(1):217-232.

Medipally S.R., Yusoff F.M., Banerjee S., & Shariff M. (2015). Microalgae as sustainable renewable energy feedstock for biofuel production. *BioMed Research International*

Meng X, Yang J, Xu X, Zhang L, NIE Q, XIAN M. Biodiesel production from oleaginous microorganisms. *Renew Energ*, 2009;34(1):1-5.

Nijenhuis, I., & Kuntze, K. (2016). Anaerobic microbial dehalogenation of organohalides-state of the art and remediation strategies. *Current Opinion in Biotechnology*, 38, 33-38.

Proffitt, M., & Burns, A. (2006). Fresh off the coast. *International Water Power and Dam Construction*, 58(8), 34-35. Retrieved from [www.scopus.com](http://www.scopus.com)

Pugsley, A., Zacharopoulos, A., Mondol, J. D., & Smyth, M. (2016). Global applicability of solar desalination. *Renewable Energy*, 88, 200-219.

Srivastava, A. K., Kudariyawar, J. Y., Borgohain, A., Jana, S. S., Maheshwari, N. K., & Vijayan, P. K. (2016). Experimental and theoretical studies on the natural circulation behavior of molten salt loop. *Applied Thermal Engineering*, 98, 513-521.

Swan, D. J., & Smith, D. R. (2010). Development of design system for permeable interlocking concrete pavement. Paper presented at the Green Streets and Highways 2010: An Interactive Conference on the State of the Art and how to Achieve Sustainable Outcomes - Proceedings of the Green Streets and Highways 2010 Conference, , 389 314-322

Thiels, C. A., Aho, J. M., Zietlow, S. P., & Jenkins, D. H. (2015). Use of unmanned aerial vehicles for medical product transport. *Air Medical Journal*, 34(2), 104-108.

Thomaidis, N. S., Santos-Alamillos, F. J., Pozo-Vázquez, D., & Usaola-García, J. (2016). Optimal management of wind and solar energy resources. *Computers and Operations Research*, 66, 284-291

Villa, Aurelio. Un modelo de evaluación de Innovación Social Universitaria Responsable. Universidad de Deusto. Deusto, España. 2013. p 57.

Wang B, Li Y, Wu N, Lan C. CO2 bio-mitigation using microalgae. *Appl Microbiol Biotechnol*. 2008;79(5):707-718.

Webb C. (2015). Wave energy: Size matters. *Power*, 159(7) Retrieved from [www.scopus.com](http://www.scopus.com)

Wehn U., Evers J. The social innovation potential of ICT-enabled citizen observatories to increase eParticipation in local flood risk management. *Technology in Society* 42 (2015) 187e198

Wright, C. D. (2008). Permeable concretes for railway abutment and U-wall drainage remediation. Paper presented at the Geotechnical Special Publication, (178) 1121-1128.

Xu C.-M., Jiao Z.-L., Wang X.-D., & Fu Y. (2015). Biodiesel production from microalgae: Current status and potential. *Xiandai Huagong/Modern Chemical Industry*, 35(8), 1-5 and 7. Retrieved from [www.scopus.com](http://www.scopus.com)

Yang, J., Yang, Y., Wu, W. -, Zhao, J., & Jiang, L. (2014). Evidence of polyethylene biodegradation by bacterial strains from the guts of plastic-eating waxworms. *Environmental Science and Technology*, 48(23), 13776-13784.

Yang, Y., Chen, J., Wu, W. -, Zhao, J., & Yang, J. (2015). Complete genome sequence of bacillus sp. YP1, a polyethylene-degrading bacterium from waxworm's gut. *Journal of Biotechnology*, 200, 77-78.

Yang, Y., Yang, J., Wu, W., Zhao, J., Song, Y., Gao, L., Jiang, L. (2015). Biodegradation and mineralization of polystyrene by plastic-eating mealworms: Part 1. chemical and physical characterization and isotopic tests. *Environmental Science and Technology*, 49(20), 12080-12086.

Yang, Y., Yang, N., Bo, T., Li, D., Yin, Q., & Xiang, Y. (2015). Organic wastewater treatment and methane production in a continuousflow microbial electrolysis cell. *Chinese Journal of Applied and Environmental Biology*, 21(5), 854-859.