

CLIMAGRO: DISEÑO DE UN MAPA DE RUTA DE TECNOLOGÍAS IOT
EMPLEADAS EN ENTORNOS RURALES PARA EL MONITOREO DEL
CLIMA, DIRIGIDO PARA LOS PEQUEÑOS PRODUCTORES
CAMPESINOS DE SANTANDER, MEDIANTE TÉCNICAS DE TEXT
MINING E INTELIGENCIA ARTIFICIAL

ADRIÁN FELIPE RINCÓN BENAVIDES
EDUARDO ANDRÉS MARTÍNEZ ZAVALA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA DE SISTEMAS
BUCARAMANGA
2020

CLIMAGRO: DISEÑO DE UN MAPA DE RUTA DE TECNOLOGÍAS IOT
EMPLEADAS EN ENTORNOS RURALES PARA EL MONITOREO DEL CLIMA,
DIRIGIDO PARA LOS PEQUEÑOS PRODUCTORES CAMPESINOS DE
SANTANDER, MEDIANTE TÉCNICAS DE TEXT MINING E INTELIGENCIA
ARTIFICIAL

ADRIÁN FELIPE RINCÓN BENAVIDES
EDUARDO ANDRÉS MARTÍNEZ ZAVALA

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE:
INGENIERO DE SISTEMAS

MSC. MARIA ALEXANDRA ESPINOSA CARREÑO
MSC. LEIDY YOHANA FLÓREZ GÓMEZ
ING. MIGUEL EUGENIO JURADO GARCÍA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA DE SISTEMAS
BUCARAMANGA
2020

CONTENIDO

	Pág.
1. OBJETIVOS.....	11
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	11
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	12
2.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	12
2.2 JUSTIFICACIÓN.....	13
3. MARCO TEÓRICO	15
3.1 MAPAS DE RUTA TECNOLÓGICA	15
3.1.1 UTILIDAD.....	15
3.1.2 TIPOS DE MAPAS DE RUTA	16
3.2 INTERNET DE LAS COSAS O INTERNET OF THINGS (IoT).....	16
3.2.1 USOS EN LA AGRICULTURA	17
3.2.1 PARTES GENERALES	17
3.3 MONITOREO DEL CLIMA.....	18
3.3.1 USO EN LA AGRICULTURA.....	18
3.3.2 MODELOS (TECNOLOGÍAS USADAS).....	18
3.4 PEQUEÑOS PRODUCTORES CAMPESINOS.....	20
4 METODOLOGÍAS.....	21
4.2 METODOLOGÍA GENERAL.....	21
4.2.1 FASE DE DEFINICIÓN	21
4.2.1 FASE DE CONTEXTUALIZACIÓN.....	21
4.2.1 FASE DE IDEACIÓN.....	22
4.2.1 FASE DE EJECUCIÓN	22
4.2 METODOLOGÍA RSPIDER	22
4.2.1 FASE DE RECOLECCIÓN.....	23
4.2.2 FASE DE IDENTIFICACIÓN	23

4.2.3 FASE DE EVALUACIÓN	23
4.2.4 FASE DE VISUALIZACIÓN.....	23
5 DESARROLLO DEL PROYECTO	24
5.1 EJECUCIÓN FASE RECOLECCIÓN RSPIDER	24
5.2 EJECUCIÓN FASE IDENTIFICACIÓN RSPIDER	28
5.3 EJECUCIÓN FASE EVALUACIÓN RSPIDER.....	37
5.4 EJECUCIÓN FASE DE VISUALIZACIÓN RSPIDER.....	45
CONCLUSIONES	53
TRABAJO A FUTURO	55
BIBLIOGRAFÍA.....	56

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Tipo de instrumental por categoría de estación.	19
Tabla 2 Lista de bases de datos (Colombia)	25
Tabla 3 Ejemplo de búsqueda manual.	26
Tabla 4 Lista de bases de datos (Santander)	27
Tabla 5 Ejemplo resultados de frecuencia por palabra NVivo con artículos de Santander	29
Tabla 6 Ejemplo resultados de frecuencia por palabra NVivo con artículos de Colombia	29
Tabla 7 Ejemplo resultados de frecuencia por palabra NVivo con artículos del mundo en español	30
Tabla 8 Ejemplo resultados de frecuencia por palabra NVivo con artículos del mundo en inglés	30
Tabla 9 Ejemplo del análisis de clusterización para Santander	31
Tabla 10 Ejemplo del análisis de clusterización para Colombia	31
Tabla 11 Ejemplo del análisis de clusterización para mundo en español	31
Tabla 12 Ejemplo del análisis de clusterización para mundo en inglés	32
Tabla 13 Resumen resultados clusterización Santander	32
Tabla 14 Resumen resultados clusterización Colombia	34
Tabla 15 Resumen resultados clusterización Mundo	35
Tabla 16 Ejemplo categorización de las tecnologías	39
Tabla 17 Ejemplo de búsqueda de las tecnologías por repositorio	40
Tabla 18 Ejemplo de clasificación en categorías y dimensiones	41
Tabla 19 Valores Asociados	41
Tabla 20 Ejemplo de la posición de cada tecnología	43
Tabla 21 Ejemplo del tamaño de las tecnologías	44
Tabla 22 Ejemplo del cálculo de la posición, tamaño y año	44

LISTA DE ILUSTRACIONES

	Pág.
Ilustración 1 Metodología General	21
Ilustración 2 Metodología RSpider	22
Ilustración 3 Búsqueda con palabras clave en Publish or Perish	24
Ilustración 4 Resultados obtenidos Publish or Perish	24
Ilustración 5 Ejemplo de búsqueda y obtención de resultados en los repositorios.	26
Ilustración 6 Librerías Script Minería de Datos	27
Ilustración 7 Script Minería de Datos	28
Ilustración 8 Resultados obtenidos en PatentPulse	38
Ilustración 9 Ejemplo de patentes en Dimensions	38
Ilustración 10 Plantilla mapa de ruta tecnológica	45
Ilustración 11 Representación gráfica de las tecnologías	46
Ilustración 12 Mapa de ruta tecnológica	47
Ilustración 13 Principales desarrollos en agricultura inteligente. Fuente: PitchBook. Cortesía: AGRIOT.	53

LISTA DE ANEXOS¹

	Pág.
Anexo 1 Resultado análisis frecuencia por palabra Nvivo_Santander	29
Anexo 2 Resultado análisis frecuencia por palabra Nvivo_Colombia	29
Anexo 3 Resultado análisis frecuencia por palabra NVivo_Mundo_Español	30
Anexo 4 Resultado análisis frecuencia por palabra NVivo_Mundo_Inglés	30
Anexo 5 Análisis de clusterización Santander	31
Anexo 6 Análisis de clusterización Colombia	31
Anexo 7 Análisis de clusterización Mundo_Español	31
Anexo 8 Análisis de clusterización Mundo_Inglés	32
Anexo 9 Categorización de tecnologías por función	39
Anexo 10 Calculadora	40
Anexo 11 Mapa de ruta tecnológica	47

¹ *Los anexos de este documento pueden consultarse en <http://bit.ly/AnexosClimagro>*

GLOSARIO

MAPA DE RUTA TECNOLÓGICA: Es una técnica de planeación que tiene como finalidad evaluar diversos criterios de un tema o tecnología dada para saber cuál es la más conveniente dependiendo de lo ya estudiado.

INTERNET OF THINGS (IOT): Describe la red de objetos físicos (cosas) que llevan sensores integrados, software y otras tecnologías con el fin de conectar e intercambiar datos con otros dispositivos y sistemas a través de Internet. Estos dispositivos abarcan desde objetos domésticos cotidianos hasta sofisticadas herramientas industriales.

MINERÍA DE DATOS: Es un método de navegación automática en la web a través de software o scripts con el propósito de extraer/raspar información dependiendo de los valores que se establezcan para la búsqueda.

CLÚSTER: Representación ordenada de datos.

RESUMEN

Debido a varias situaciones a las que el sector agrícola colombiano atraviesa cada año, tales como la reducción de presupuesto, la implementación errónea de diversas estrategias, la amenaza a la seguridad alimentaria desencadenada por el Covid-19, el incesante cambio climático, se hace necesario promover el desarrollo de herramientas que ayuden a mitigar los impactos generados por estas situaciones. En este proyecto se desarrolla un mapa de ruta tecnológica, herramienta que evalúa las distintas tecnologías que conforman las diversas soluciones IoT para el monitoreo del clima y teniendo como enfoque a los pequeños productores campesinos del departamento de Santander.

PALABRAS CLAVE: routemap, internet of things, climate monitoring, weather monitoring, smallholder farmer, Santander, Colombia.

ABSTRACT

Due to several situations that the Colombian agricultural sector goes through every year, such as budget reduction, wrong implementation of several strategies, the threat to food security triggered by the Covid-19, the incessant climate change, it is necessary to promote the development of tools that help mitigate the impacts generated by these situations. This project develops a technological road map, a tool that evaluates the different technologies that form the various IOT solutions for climate monitoring, with a special focus on small-scale farmers in the department of Santander.

KEYWORDS: routemap, internet of things, climate monitoring, weather monitoring, smallholder farmer, Santander, Colombia.

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto se enfoca en la construcción de un mapa de ruta tecnológica de tecnologías IoT empleada en entornos rurales para el monitoreo del clima, esto llevado a los pequeños productores campesinos de Santander, utilizando herramientas como el text mining, esto a través de una serie de objetivos plasmados en el capítulo 1. En el capítulo 2, la problemática encontrada como la reducción de presupuesto al agro durante los últimos años, la toma de decisiones incorrectas por enfoques que no tienen en cuenta el contexto del país, la amenaza que supone el cambio climático hacia los cultivos, la actual pandemia de Covid-19 que amenaza la seguridad alimentaria de América Latina, estas son las amenazas a las cuales el sector agrícola del país, incluido Santander, está atravesando es la razón por la cual deben promoverse el desarrollo de herramientas que ayuden a mitigar lo expuesto anteriormente.

La investigación de esta problemática tuvo como interés llevar a cabo la construcción de una herramienta que permita observar de una manera más clara las tecnologías con mayor viabilidad que pueden ser implementadas en el sector agrícola del departamento de Santander. Así poder profundizar en la área que se evaluó con el fin de que si se llega a acoplar esta clase de tecnologías al campo, pueda de alguna manera disminuir riesgos tanto para los campesinos y sus cultivos, como para los dirigentes que son la última palabra a la hora de escoger que se implementa y que no, y muchas veces por falta de información o de herramientas como este mapa, escogen algo que no se acopla del todo bien al contexto santandereano, perdiendo dinero y tiempo. Para entender todo el contexto propuesto, se desarrollan los referentes teóricos descritos en el capítulo 3.

Para el desarrollo de dicha herramienta, que se puede encontrar en el capítulo 5 se implementó la metodología RSpider que fue construida en el semillero AGRIOT de la Universidad Autónoma de Bucaramanga, la cual consta de 4 fases, recolección, identificación, evaluación y por último visualización, en donde adquirimos información por medio de herramientas como de minería de datos como web scraping, data mining y una gran lista de repositorios documentados, se encontrara con la recolección de datos, la misma discriminación de los mismos para la limpieza de ellos, clasificación y orden para el correcto análisis, una clusterización para hacer más veraz dicha información, concluyendo así con el mapa de ruta tecnológica.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar un mapa de ruta tecnológico de tecnologías IoT empleadas en entornos rurales para el monitoreo del clima, dirigido para los pequeños productores campesinos de Santander, mediante técnicas de text mining e inteligencia artificial.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Identificar el entorno, los actores, y las TIC de los pequeños agricultores de Santander, empleando técnicas de minería de datos.

Identificar los diferentes esquemas, arquitecturas y frameworks, empleando una revisión sistemática de literatura, sobre la implementación de soluciones IoT para el monitoreo del clima.

Identificar tecnologías de transferencia de información, empleando una revisión científico-tecnológica, que puedan ser empleadas en entornos rurales y que permita la incorporación de soluciones IoT para el monitoreo del clima, empleando técnicas de text mining y clusterización.

Identificar los principales elementos para el diseño de mapas de ruta tecnológica en el agro en el departamento de Santander considerando los esquemas, frameworks y arquitecturas analizadas en la revisión científica tecnológica realizada en el objetivo 3

Diseñar el mapa de ruta tecnológica de tecnologías IoT empleadas en entornos rurales para el monitoreo del clima, considerando el contexto santandereano.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

A pesar de un deterioro en la inversión del sector agrícola a partir del año 2016, el producto interno bruto (PIB) de Colombia, según el Banco Mundial, registró un aumento desde el 2017². (MUNDIAL, 2019), pero a pesar de esto, el presupuesto para el agro disminuye año a año (DINERO, 2019). Si bien las políticas implementadas durante el mandato de Juan Manuel Santos siguen influyendo en los resultados económicos, el comportamiento de abandono registrado en los últimos años aún no se evidencia en el PIB. Situación similar experimenta el sector de las telecomunicaciones, que reporta una disminución en el presupuesto nacional, explicado por el cierre del programa Vive Digital por parte del nuevo gobierno, que formaba parte del programa Ecosistema digital, el cual tenía como parte del propósito masificar el internet en todo el país, llegando a zonas rurales. (HERNÁNDEZ, 2019).

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y un estudio recopilatorio desde la academia, parte fundamental para propiciar un escenario adecuado para la sostenibilidad de la agricultura, se necesita de buenas políticas que impulsen su desarrollo y de una inversión. (O. de las N. U. para la A. y la A. FAO, 2017). Y a pesar de que FAO ha determinado que agricultura representa un tercio del producto interno bruto (PIB) de una nación, no es posible explicar desde la lógica, la tendencia del gobierno a apoyar otros ministerios, dejando de lado al Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MINTIC) y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR). Entidades ajenas al gobierno son quienes se unen a dichos ministerios a realizar proyectos, como es el caso de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), que anualmente invierte cerca de cien mil millones de pesos para apoyar proyectos de investigación y que junto al MADR elaboró PECTIA, que pretende que los agricultores, gobiernos, gremios, universidades, centros de investigación y desarrollo y la empresa privada trabajen en una agenda conjunta por 10 años (2017-2027) para la competitividad del sector. (MINCIENCIAS, Ministerio de Ciencia et al., 2016)

La inquietud surge al revisar la relación directa entre las competencias del ministro con los planes estratégicos del ministerio: la labor de Diego Molano, que, según la MINTIC, en sus cuatro años de trabajo, presentó el proyecto Vive Digital (MINTIC, 2014), indicó una diferencia al implementar un enfoque ingenieril frente a una problemática dada, en este caso, la adopción de las TIC en el contexto Colombiano. Realizando una revisión de políticas sectoriales, varios autores concluyen que Colombia no hace seguimiento adecuado a la tecnología que adopta, sino que

² PIB que, según datos de esta entidad, una tercera parte es representada por la agricultura.

intenta implementar casos exitosos en otros países sin considerar el contexto actual de la nación, en parte porque no tiene en su haber herramientas que le permita visualizar y analizar la información disponible para poder tomar mejores decisiones con respecto a una problemática dada. (RODRIGUEZ et al., 2015)

Por otra parte, FAO afirma que la capacidad futura de la humanidad para alimentarse está en peligro a causa de la creciente presión sobre los recursos naturales, el aumento de la desigualdad y los efectos del cambio climático (O. de las N. U. para la A. y la A. FAO, 2018); igual el sector del agro, que ha tenido amenazas con las cuales lidiar, algunas exotérmicas como la pobreza, desigualdad, repartición inequitativa de tierras, falta de infraestructura y vías. analfabetismo tecnológico, escasez total de servicios públicos; otras endotérmicas, como las plagas, enfermedades, aridez de la tierra, emisión de gases de efecto invernadero, el uso de químicos y uno de tres problemas claves para el aseguramiento alimentario, el cambio climático que afecta los rendimientos de muchos cultivos, podrían disminuir significativamente por las mayores temperaturas, como consecuencia, por ejemplo, del estrés térmico e hídrico, del acortamiento de la estación de crecimiento y de la mayor presencia de plagas y enfermedades. (FERNANDEZ et al., 2013)

Con la actual pandemia del Covid-19, la seguridad alimentaria se ve amenazada, por lo que la FAO afirma que la humanidad se expone a una inminente crisis alimentaria si no son tomadas las medidas necesarias. (FAO, 2020)

El conjunto de consecuencias que se desprende por causa el cambio climático genera que los precios de los alimentos aumenten. La escasez de comida, junto con otros problemas como el aumento de la población y el que los campesinos estén abandonando el campo para buscar mejores oportunidades amenaza con la seguridad alimentaria de una región, amenazando el cumplimiento del objetivo de desarrollo sostenible: Hambre Cero, que plantea que a pesar de que de la desnutrición mundial ha disminuido casi a la mitad en las últimas dos décadas, hasta el 2017 aproximadamente 821 millones de personas sufrían de desnutrición crónica. Por lo anterior es que “Hambre Cero” busca terminar con todas las formas de hambre y desnutrición para 2030 y velar por el acceso de todas las personas, en especial los niños, a una alimentación suficiente y nutritiva durante todo el año. Esta tarea implica promover prácticas agrícolas sostenibles a través del apoyo a los pequeños agricultores y el acceso igualitario a la tierra, la tecnología y los mercados. (UNDP, 2013)

Aunque a nivel mundial se ha afrontado a nivel de políticas públicas que permitan alcanzar los indicadores de este objetivo, FAO pronostica que no será alcanzado en el tiempo dispuesto (FAO et al., 2019), señalando la ineficacia de las soluciones propuestas.

2.2 JUSTIFICACIÓN

Políticas públicas enfocadas fuera del contexto regional suscitan problemas a la hora de implementar soluciones que puedan minimizar o eliminar amenazas (como

el cambio climático y la seguridad alimentaria) de manera eficaz. Una forma de hacer frente a la problemática expuesta es por medio de un mapa de ruta tecnológico (MRT), ya que son reconocidos por la academia como la solución óptima a una necesidad de tipo "plan estratégico". El principal objetivo de un MRT es facilitar que las directrices o equipos de trabajo puedan identificar deficiencias en información, redes de partners y asociados comerciales, que, junto con los propósitos estratégicos y los lineamientos nacionales, planificar o escoger lo que más les convenga.

Este proyecto busca evaluar distintas tecnologías basadas en internet de las cosas (IoT) para la medición del clima enfocándose en los entornos rurales de los pequeños productores en Santander, al comprender su importancia en el sector agrícola de la región, de tal manera que se permita evaluar la mayor cantidad de tecnologías que debido a sus características, puedan ser adoptadas e implementadas por el gobierno colombiano y determinar cuáles son las que presentan mejor adaptación al contexto de los pequeños productores en Santander. Este MRT se podrá usar de apoyo para la toma de decisiones al momento de implementar soluciones IoT enfocadas en monitorear el clima en zonas rurales, por medio de revisión científico-tecnológica y literatura gris, que permita recrear un escenario tecnológico claro y accesible.

Actualmente en Colombia no existe ninguna herramienta similar a un MRT asociado a esta inquietud específica, con lo cual se espera realizar un aporte a la agricultura de la región, al proveer de una herramienta que posibilite otro criterio en la toma de decisiones a la hora de diseñar políticas públicas en Santander, y que sirva como modelo a ser replicado en otras regiones de Colombia, e incluso en Latinoamérica o el mundo.

Este proyecto está adscrito a AGRIOT que busca desarrollar un modelo de transferencia y apropiación de tecnologías del Internet de las cosas (IoT) para los agricultores colombianos de pequeña escala. Da inicio tras la firma del contrato de financiamiento de recuperación contingente número 80740-200-2019, entre MINCIENCIAS y la Universidad Autónoma de Bucaramanga (UNAB).

3. MARCO TEÓRICO

El cambio climático y la obtención de buenas herramientas tecnológicas para los pequeños agricultores colombianos, ha buscado estudiarse desde distintos proyectos y estudios. No obstante, los resultados esperados no han sido gratificantes. A lo largo del escrito se pretende mostrar los conceptos básicos manejados en este proyecto, que muestra la falta de herramientas que tienen los gobernantes a la hora de escoger tecnologías relacionadas con el cambio climático en el sector agrícola colombiano. Sin embargo, lo más importante es la construcción de un mapa de ruta tecnológico que ayude con esta problemática; para comprender el trasfondo de dicha construcción será necesario definir algunos criterios claves en el tema de estudio, entre los cuales se encuentran: mapa de ruta tecnológico, IoT, web scraping, machine learning, así como la profundización de etapas en algunos de estos conceptos.

3.1 MAPAS DE RUTA TECNOLÓGICA

(Rinne, 2004) afirma que un mapa de ruta tecnológica (MRT) es una representación en el tiempo de las relaciones entre tecnologías y productos a la cual es común añadirle las conexiones con el mercado y la organización encargada del desarrollo de su contenido. A su vez tenemos que (Kostoff & Schaller, 2001) lo definen como una representación visual de las relaciones estructurales y temporales de los elementos en proceso hacia una aplicación práctica en productos. Por otra parte, tenemos que (Ferragut et al., 2005) afirman que un mapa de ruta es un plan estratégico que guía las inversiones en investigaciones para el desarrollo de tecnologías y sistemas que respondan a las necesidades actuales como a los retos del futuro. Un mapa de ruta tecnológica se puede representar de diversos modos, permitiéndonos observar de una manera más clara las tecnologías con mayor viabilidad de todas las posibles a evaluar, esto con el fin de tener un soporte a la hora de pensar en la implementación de dichas tecnologías y como es mencionado anteriormente por algunos expertos disminuir la tasa de riesgos en lo que respecta a las inversiones de implementación.

3.1.1 UTILIDAD

Las etapas de un mapa de ruta son aquellas pautas donde podemos diferencias que se evalúa en uno y no en otro, (Kappel, 2001) nos dice lo siguiente “El principal propósito de los mapas de ruta en Ciencia y tecnología es entender mejor el futuro, identificando tendencias específicas y generando predicciones” ... Como podemos observar una de las etapas de Kappel son las tendencias, pero a su vez el mismo

agrega que también lo pueden ser los costos, la adopción de tecnologías y la industria. De esto podemos concluir dos propósitos distintos para un mapa de ruta por un lado predecir correctamente, de otra parte, la influencia que puede dar en la toma de decisiones. Todo esto tiene una razón y es la finalidad de cada mapa de ruta, las etapas pueden ser totalmente distintas en dos mapas de ruta tecnológica y todo se basa en lo que esperan observar al tener ya hecho el mapa de ruta. (Múnera, 2014)

3.1.2 TIPOS DE MAPAS DE RUTA

La construcción de un mapa de ruta tecnológico es muy adaptable por lo que puede ser muy flexible con los temas que se pueden abordar. Con lo anterior claro los mapas de ruta se han clasificado de varias formas en función del objetivo, propósito y/o partes que están involucradas.

Se plantean algunos tipos según la finalidad del objetivo:

- Tecnologías clave y portadoras de cambios, ejemplo: genética, celdas de combustible, internet.
- Sistemas de aplicación, ejemplo: automóviles, edificios, satélites.
- Industrial o corporativo, ejemplo: microprocesadores, cemento, aeroespacial.

Lo que vemos en lo anterior mencionado son algunas de las cabidas en donde un MRT puede ser crucial, desde donde puede entrar una universidad, hasta grandes corporaciones o industria, los tipos de MRT en verdad no se encuentran estipulados, ya que se puede construir dependiendo de la conveniencia de cada investigación, existen desde mapas en forma de torta, pasando por los similares a mapas conceptuales, hasta MRT que su construcción es meramente escrita en forma de documento. (Möhrle & Isenmann, 2008)

3.2 INTERNET DE LAS COSAS O INTERNET OF THINGS (IoT)

El término Internet de las Cosas fue utilizado por primera vez por el pionero en tecnología británica Kevin Ashton, donde describía un sistema en el cual los objetos en el mundo físico podrían conectarse a internet a través de sensores para automatizar la recogida de datos. IoT hace referencia a los adelantos de una tecnología basa en la conexión de objetos comunes que frecuentamos en el día a día a internet, que intercambian, agregan y procesan información sobre su ambiente con el fin de proporcionar datos y brindar servicios de valor añadido a los consumidores. Además, reconoce eventos o cambios y dichos sistemas pueden reaccionar de forma autónoma o programable. Por lo tanto, su finalidad es ofrecer

una infraestructura que supere el muro existente entre los objetos físicos y la representación que hay del internet. (Barrio, 2018) dice que de este modo se crea una “malla de conexiones en el planeta” que establece “un sistema nervioso mundial”, donde la aldea global alcanzara a los objetos cotidianos.

3.2.1 USOS EN LA AGRICULTURA

El sector agrícola se ha incorporado al mundo del internet de las cosas con el propósito de que la tecnología proporcione dinamismo y eficacia con las tareas diarias que se trabajan en el campo. El empleo de IoT en la agricultura de precisión no solo facilita algunas tareas, también contribuye con la recolección de datos que ayudan a precisar el estado del cultivo, el suelo, y el monitoreo del clima en tiempo real, de esta forma el IoT en el agro posibilita una mejor experiencia a la hora del proceso de siembra, la recolección y almacenamiento de datos, la evaluación de estos mismos, entre distintas tareas más que se logran a partir del IoT.(Barrio, 2018)

3.2.1 PARTES GENERALES

Aunque existen muchas soluciones IoT para distintos problemas, todas estas tienen en común cuatro cosas:

Placas de prototipado, que son a su vez placas de desarrollo que nos permiten interactuar con diversos dispositivos dándonos un margen de proyectos inimaginables, desde automatizar hogares, cultivos, alarmas hasta el monitoreo del clima e incluso robótica, cirugías a distancia entre muchas más. Estas placas por lo general cuentan con un microprocesador que es reprogramable, al cual se le dan instrucciones por medio de un lenguaje de programación, para que dichas instrucciones luego sean ejecutadas. Las placas más conocidas son Arduino y Raspberry Pi, que a su vez tienen un catálogo inmenso de placas con más componentes según la necesidad del proyecto.(Desarrollo, 2020)

Sensores de bajo costo, que son instrumentos que contienen un transductor el cual es capaz de detectar, medir o indicar cambios que se producen en una magnitud física determinada, como lo puede ser la iluminación, temperatura, humedad, presión entre otras. Al recibir dichos cambios los transforma en una señal eléctrica que ya es más comprensible y fácil de leer. Más de la mitad de los ingresos por parte de IoT en el 2020 serán a partir de proyectos de monitorización que aún no se han implementado y todo gracias a lo que permiten los sensores conectados a un sistema de internet de las cosas. (Envira, 2019).

Plataformas IoT, que son el software o aplicación responsable de conectar el hardware, los puntos de acceso y las redes de datos, recibir los datos de los

sensores, aplicar toda la lógica que se necesita y generar una respuesta que suele ser la aplicación que el usuario final disfrutara. Para dichas plataformas podemos optar por la construcción propia de ella o ellas, o utilizar/comprar aplicaciones existentes en el mercado. (Secmotic & Cárdenas, 2016)

Protocolos de comunicación, que son esenciales para el correcto uso de los componentes que conlleva un sistema de Internet de las cosas(IoT), el cual como bien su nombre lo indica conecta los dispositivos permitiendo que se comuniquen entre ellos y la información viaje de una manera segura, en el mercado actual existen diferentes protocolos de comunicación así que su modo de implementación se debe meramente al proyecto, como ya se ha mencionado anteriormente cada proyecto tiene diferentes necesidades y como las placas de desarrollo, cada protocolo suple las diferentes necesidades de los proyectos, entre los protocolos de comunicación más populares tenemos bluetooth, WiFi, Zigbee, líneas móviles o también conocidos como GSM que manejan redes 3g o 4g y LoRa.(Itop, 2020; Signals IoT, 2020)

3.3 MONITOREO DEL CLIMA

El monitoreo de las condiciones climáticas consiste en la medición, la comunicación y la interpretación de la información meteorológica que distintas fuentes captan. (PIARC, 2020)

3.3.1 USO EN LA AGRICULTURA

Según el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), se llama Meteorología Agrícola a la acción mutua que se produce entre los actores meteorológicos e hidrológicos y todo lo que el término agricultura agrupa, incluyendo la horticultura, ganadería y la silvicultura. El objetivo de esta es detectar y detallar sus efectos con el fin de usar estos conocimientos en los aspectos prácticos del agro. La meteorología agrícola abarca ciertos campos de acción tales como la medición de variables meteorológicas, el medio ambiente de las plantas y la producción de cultivos, los efectos nocivos en las plantas y la pérdida de cultivos, recursos climáticos, recursos hídricos y la meteorología forestal. (IDEAM, 2020)

3.3.2 MODELOS (TECNOLOGÍAS USADAS)

3.3.2.1 ESTACIONES METEOROLÓGICAS

Es un dispositivo capaz de recoger los datos de diversas variables atmosféricas que son apreciadas en la meteorología, estos dispositivos son adecuados para poder

instalarse en cualquier terreno con el fin de abarcar más distancias. (Meteocultura, 2019)

Lo siguiente es una clasificación de las muchas estaciones meteorológicas que se pueden encontrar, y en la tabla que componentes tiene cada una y cuáles no.

- Estación Pluviométrica (PM)
- Estación Pluviográfica (PG)
- Estación Climatológica Principal (CP)
- Estación Climatológica Ordinaria (CO)
- Estación Sinóptica Principal (SP)
- Estación Sinóptica Secundaria (SS)
- Estación Agrometeorológica (AM)
- Estación de Radiosonda (RS)
- Estación Mareográfica (MM)

Tabla 1 Tipo de instrumental por categoría de estación.

Tipo de Instrumental	PM	PG	CO	SS	SP	CP	AM	MM
Pluviómetro	X	X	X	X	X	X	X	
Pluviógrafo		X	X	X	X	X	X	
Sicrómetro			X	X	X	X	X	
Anemógrafo				X	X	X	X	
Heliógrafo					X	X	X	
Termógrafo					X	X	X	
Higrógrafo					X	X	X	
Tanque de Evaporación						X	X	
Actinógrafo					X	X	X	
Anemómetro						X	X	
Geotermómetros							X	
Rociógrafo							X	
Suelo (ss)							X	
Microbarógrafo				X	X			
Barómetro				X	X			
Limnómetro								X
Maxímetro								X
Limnógrafo								X
Mareógrafo								X
Salinómetro								X

Fuente: IDEAM (IDEAM, 2005)

3.3.2.2 MONITOREO SATELITAL

Toma de datos a través de los diferentes satélites de la nasa, esta información es recogida, almacenada y estudiada por algoritmos que finalmente entregan estimados de la información meteorológica a través del mundo, abarca desde lluvias hasta huracanes. También hay venta a través de páginas que compran servicios más exclusivos. (CRRH, 2020)

3.4 PEQUEÑOS PRODUCTORES CAMPESINOS

Según la Organización de las Naciones Unidas para la alimentación (FAO), se define como pequeño agricultor aquel que posee menos de dos hectáreas. No obstante, hay una disparidad entre lo que se considera pequeño productor en Latinoamérica. Según el Ministerio de Desarrollo rural y Agricultura, y FINAGRO, se establece que es pequeño agricultor aquel que tenga activos no superiores a 145 salarios mínimos mensuales legales vigentes al momento de solicitar un crédito (Decreto 2179 de 2015, Ley 16 de 1990)

4 METODOLOGÍAS

El proyecto se llevará a cabo a través de la implementación de dos modelos metodológicos, primero a través de una metodología general para el desarrollo de proyectos y como segundo una metodología para el diseño de mapas de ruta tecnológica llamada RSpider creada en el semillero Agriot.

4.2 METODOLOGÍA GENERAL

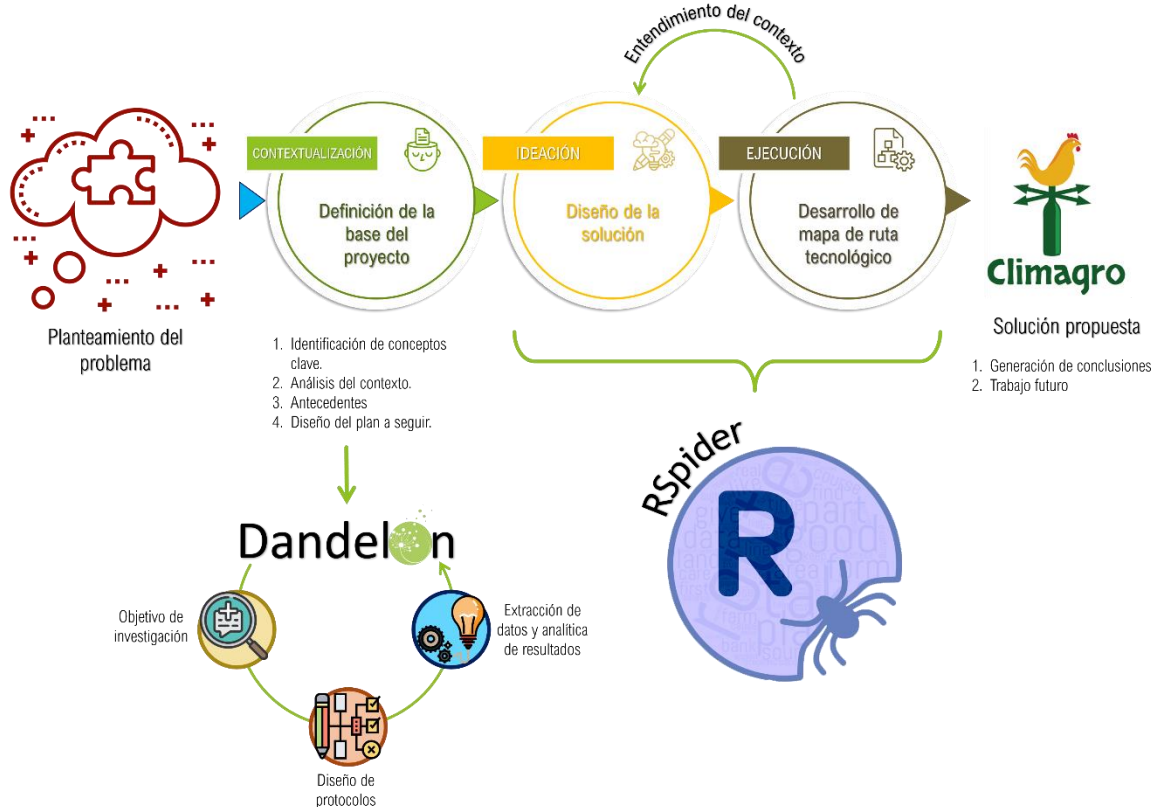


Ilustración 1 Metodología General

Dividida en cuatro fases:

4.2.1 FASE DE DEFINICIÓN

En esta fase se llevará a cabo la identificación del problema para posteriormente definirlo y hacer su planteamiento.

4.2.1 FASE DE CONTEXTUALIZACIÓN

En esta fase se busca la definición de la base del proyecto para su análisis y a través de una revisión sistemática de literatura por medio del protocolo Dandelion y así definir el objetivo de investigación y complementarlo, a la vez que se desarrollan

protocolos que permitan la extracción de artículos que servirán como marco referencial y permitirán comprender y evaluar todo el proceso.

4.2.1 FASE DE IDEACIÓN

En esta fase, la cual consiste en el diseño de la solución, se hace con la metodología RSpider.

4.2.1 FASE DE EJECUCIÓN

Esta fase, que consiste en el desarrollo del mapa de ruta tecnológico, al igual que la fase anterior, se completa al ejecutar la metodología RSpider.

4.2 METODOLOGÍA RSPIDER

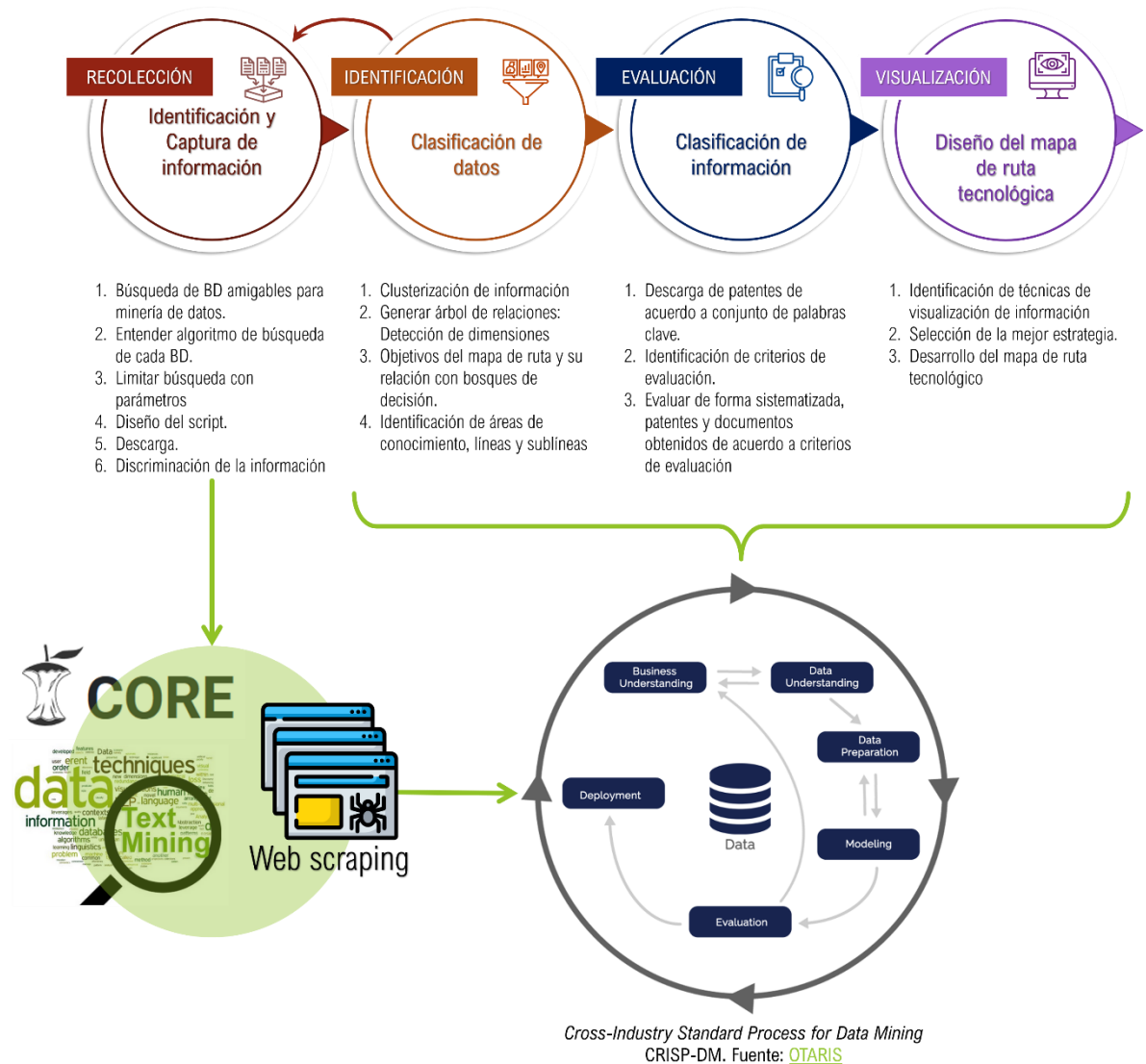


Ilustración 2 Metodología RSpider

Esta metodología es aplicada para el diseño de mapas de ruta tecnológica y se divide en cuatro fases.

4.2.1 FASE DE RECOLECCIÓN

Se consideran las bases de datos para el procedimiento de conseguir información por medio de minería de datos, web scraping, text mining, dicha información se debe a la ecuación de búsqueda que está limitada por unos parámetros establecidos para filtrar los datos lo mejor que se pueda, esta información se extraerá de manera automática, generando así un dataset.

4.2.2 FASE DE IDENTIFICACIÓN

Por medio de la clusterización poder analizar el dataset proporcionado en la fase anterior, a su vez se realizar la limpieza de los datos que no son necesarios en el mapa de clusterización, dejando identificadas áreas de conocimientos, sus líneas y sublíneas para una mejor organización.

4.2.3 FASE DE EVALUACIÓN

Como se aseguró previamente, la descarga de documentos es automatizada por medio de palabras clave, esto es lo que permite la fase de evaluación, que con las patentes que se generen en la descarga se identificaran los criterios de evaluación para poder evaluar estos documentos de forma automatizada.

4.2.4 FASE DE VISUALIZACIÓN

Por último, lo que buscamos es la construcción del mapa de ruta tecnológica, se identifica la mejor estrategia para el sector a tratar, visualizando toda la información y las opciones de MRT existentes podemos dar con el que se adecue mejor al proyecto y podamos finalmente construir esta herramienta.

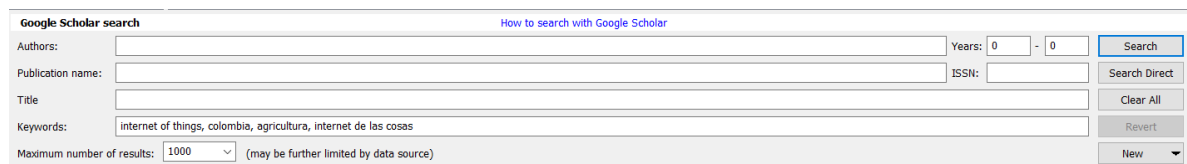
5 DESARROLLO DEL PROYECTO

5.1 EJECUCIÓN FASE RECOLECCIÓN RSPIDER

Con el objetivo de dar continuidad al desarrollo del mapa de ruta tecnológica (MRT) se ejecutó una revisión sistemática de literatura bajo la metodología Dandelion. En dirección a encontrar los mejores repositorios para la respectiva recopilación de documentos que dieran continuidad al proyecto, para esta selección se limitó la búsqueda con parámetros que involucran las palabras clave IoT, agro, Santander/Colombia.

REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LITERATURA DANDELION

El software *Harzing Publish or Perish* fue el punto de partida, a través de este se realizó una búsqueda en el buscador académico de Google (Google Scholar) con las palabras clave Internet of Things, Internet de las Cosas agro, Colombia.



Google Scholar search

Authors: _____ Years: 0 - 0 Search

Publication name: _____ ISSN: _____ Search Direct

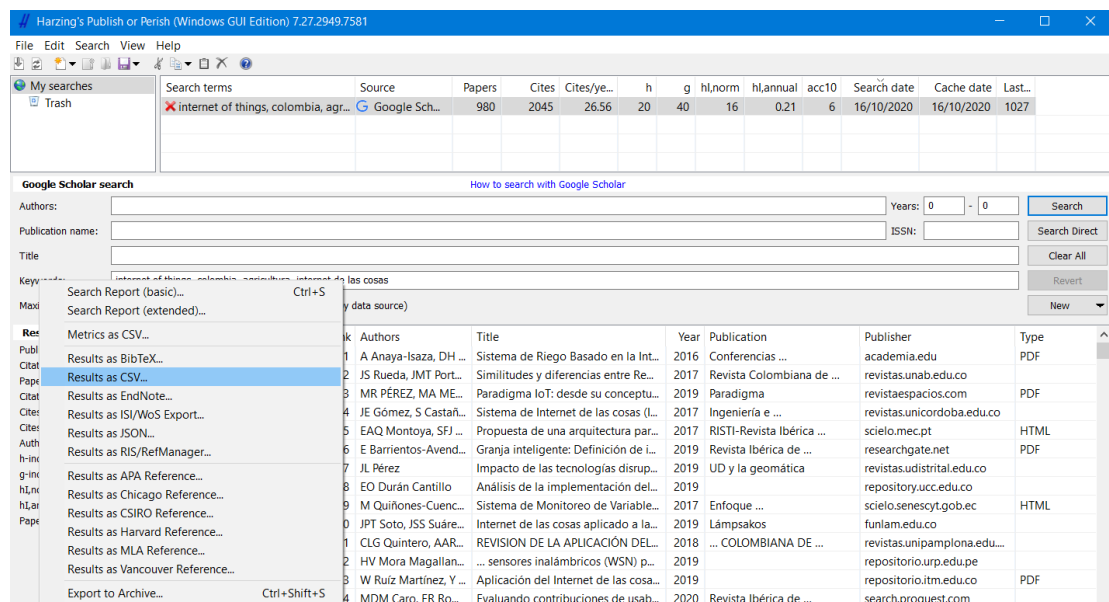
Title: _____ Clear All

Keywords: internet of things, colombia, agricultura, internet de las cosas Revert

Maximum number of results: 1000 (may be further limited by data source) New

Ilustración 3 Búsqueda con palabras clave en Publish or Perish

Para esta búsqueda se obtuvieron 980 papers de los cuales se extrajeron los resultados en un formato CSV para el posterior análisis.



Harzing's Publish or Perish (Windows GUI Edition) 7.27.2949.7581

File Edit Search View Help

My searches Trash

Search terms Source Papers Cites Cites/ye... h g h/norm h/annual acc10 Search date Cache date Last...

Internet of things, colombia, agr... Google Sch... 980 2045 26.56 20 40 16 0.21 6 16/10/2020 16/10/2020 1027

Google Scholar search

Authors: _____ Years: 0 - 0 Search

Publication name: _____ ISSN: _____ Search Direct

Title: _____ Clear All

Keywords: internet of things, colombia, agricultura, internet de las cosas Revert

Maximum number of results: 1000 (may be further limited by data source) New

Search Report (basic)... Ctrl+S

Search Report (extended)...

Metrics as CSV...

Results as BibTeX...

Results as CSV...

Results as EndNote...

Results as ISI/WoS Export...

Results as JSON...

Results as RIS/RefManager...

Results as APA Reference...

Results as Chicago Reference...

Results as CSIRO Reference...

Results as Harvard Reference...

Results as MLA Reference...

Results as Vancouver Reference...

Export to Archive... Ctrl+Shift+S

Authors	Title	Year	Publication	Publisher	Type
1 A Anaya-Isaza, DH...	Sistema de Riego Basado en la Int...	2016	Conferencias ...	academia.edu	PDF
2 JS Rueda, JMT Port...	Similitudes y diferencias entre Re...	2017	Revista Colombiana de ...	revistas.unab.edu.co	
3 MR PÉREZ, MA ME...	Paradigma IoT: desde su conceptu...	2019	Paradigma	revistaspacios.com	PDF
4 JE Gómez, S Castañ...	Sistema de Internet de las cosas (I...	2017	Ingeniería e ...	revistas.unicordoba.edu.co	
5 EAQ Montoya, SFJ ...	Propuesta de una arquitectura par...	2017	RISTI-Revista Ibérica ...	scielo.mec.pt	HTML
6 E Barrientos-Avend...	Granja inteligente: Definición de l...	2019	Revista Ibérica de ...	researchgate.net	PDF
7 JL Pérez	Impacto de las tecnologías disrup...	2019	UD y la geomática	revistas.udistrital.edu.co	
8 EO Durán Cantillo	Análisis de la implementación del...	2019		repository.ucc.edu.co	
9 M Quiñones-Cuenc...	Sistema de Monitoreo de Variab...	2017	Enfoque ...	scielo.senescyt.gob.ec	HTML
0 JPT Soto, JSS Suárez...	Internet de las cosas aplicado a la...	2019	Lámpasakos	funlam.edu.co	
1 CLG Quintero, AAR...	REVISION DE LA APLICACION DEL...	2018	... COLOMBIANA DE ...	revistas.unipamplona.edu...	
2 HV Mora Magallan...	... sensores inalámbricos (WSN) p...	2019		repositorio.urp.edu.pe	
3 W Ruiz Martínez, Y ...	Aplicación del Internet de las cosa...	2019		repositorio.itm.edu.co	PDF
4 MDM Caro, ER Ro...	Evaluando contribuciones de usab...	2020	Revista Ibérica de ...	search.proquest.com	

Ilustración 4 Resultados obtenidos Publish or Perish

Hecho el análisis de la información extraída, se obtuvo como resultado una lista de repositorios la cual se usó como base de datos para la extracción de artículos. La selección de estas bases de datos se hizo teniendo en cuenta el principio de Pareto o del 80-20.

Tabla 2 Lista de bases de datos (Colombia)

Bases de Datos	Cantidad Papers	%
books.google.com	41	4,2%
researchgate.net	23	6,5%
repositorio.unal.edu.co	16	8,2%
repositorio.ug.edu.ec	16	9,8%
repository.javeriana.edu.co	15	11,3%
scielo.org.co	15	12,9%
dialnet.unirioja.es	14	14,3%
Universidad Industrial de Santander ...	14	15,7%
repository.ucc.edu.co	13	17,0%
search.proquest.com	13	18,4%
core.ac.uk	13	19,7%
red.uao.edu.co	13	21,0%

DESCARGA MANUAL DE ARTÍCULOS EN LOS REPOSITARIOS

Como la mayoría de las bases de datos obtenidas fueron repositorios universitarios, la descarga de archivos se hizo de forma manual, ya que implementar minería de datos no fue posible para la extracción de artículos en Santander (y a nivel Colombia). Con lo anterior expuesto el paso a seguir era la revisión en cada repositorio por medio del buscador con los parámetros que se mencionaron al inicio (IoT, agro, Santander-Colombia), esta búsqueda se realizó en cada uno de los repositorios de la base de datos obtenida, tanto para Colombia como para Santander. Con la finalidad de obtener la mayor cantidad de artículos y proyectos posibles en donde el énfasis fuera el sector agro y el internet de las cosas (IoT).



Ilustración 5 Ejemplo de búsqueda y obtención de resultados en los repositorios.

Al llevar a cabo las búsquedas en cada uno de los repositorios no se encontró con los resultados óptimos para la continuación del desarrollo del proyecto, así que se optó por hacer esta misma búsqueda, pero de una forma más profunda, revisando cada artículo de los encontrados en Google Scholar para establecer si cumplían los criterios de búsqueda.

DISCRIMINACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Tabla 3 Ejemplo de búsqueda manual.

1	Cites	Authors	Title
2	0	CA Riapira Chico, AL Arevalo Parra	Desarrollo de plataforma de internet de las cosas para toma de decisiones en modelos de agricultura de precisión
3	0	AE Montes Valencia, LA Camacho Jaimes	Telemetría a través de redes de área extensa de Baja Potencia (LPWA) y en coexistencia con el internet de las cosas (IoT)
4	0	FEM Latorre, AFT Balvin	... aéreos no tripulados, autosustentables, como solución al problema de conectividad de dispositivos IoT en zonas rurales
5	0	J Obando Rozo	¿ Qué hacer con la Información que Generará el Internet de las Cosas?
6	0	M Quiñones-Cuenca, V González-Jaramilic	... y Plataformas De Internet De Las Cosas (Monitoring System of Environmental Variables Using a Wireless Sensor Netwo
7	0	LCL García, EDC Burbano, ART Gómez, ...	Internet de las Cosas: Hacia una Educación Inteligente
8	0	CL Villate Barrera	... de gases de efecto invernadero mediante los principios del internet de las cosas, alineado al cumplimiento de los com
9	0	D Cama-Pinto, M Damas, JA Holgado-Terri	Desarrollo de un sistema para medición y registro de RSSI en invernaderos
10	0	YS Bermúdez Luna, DE Rojas López	Sistema de riego para control y supervisión de cultivo de espinaca
11	0	HDM AMÓRTEGUI, KH MARTINEZ	ANÁLISIS COMPARATIVO DE PLATAFORMAS CLOUD CON SOPORTE ORIENTADO A SERVICIOS DE INTERNET DE LAS COSAS
12	0	V Morales, S Bayona, CD Guerrero, D Rico	Modelo conceptual de desarrollo de e-Gobierno para las municipalidades..... 600
13	0	CM Aguilar Pirachicán	Propuesta de un marco general para el despliegue de ciudades inteligentes apoyado en el desarrollo de IoT en Colombia
14	0	D Cotes Plata	El Internet de las Cosas como proceso de comunicación y su aporte a la sociedad actual.
15	6	RL Katz	El observatorio de la economía digital de Colombia
16	0	AMC Mauricio	EL ESTADO DEL ARTE SOBRE EL INTERNET DE LAS COSAS. AMENAZAS Y VULNERABILIDADES DE SEGURIDAD INFORMÁTIC
17	0	DJ Mena Amado	Sistema lot para el monitoreo y control de fuentes de luz artificial aplicado a la agricultura de precisión.
18	0	PM Molina Palafox	¿ Están listas las corporaciones para las innovaciones que se deriven del uso del internet de las cosas?

Lo que se efectuó fue la búsqueda manual de más de 700 documentos en cada uno de los Excel obtenidos, de esta manera pudimos evaluar más a detalle cuales de estos cumplían con los criterios y realizar una discriminación de la información que era irrelevante para el proyecto. Cada uno de los artículos fue buscado y analizado, los artículos o documentos aptos para el proyecto se resaltaron de amarillo para ser descargados y almacenados generando así los dataset. La inversión de tiempo

para la correcta realización de estos dataset se incrementó al optar esta manera de búsqueda, pero con ello se consiguió obtener un conjunto de datos más limpio y funcional para el proyecto.

El proceso se repitió, pero ahora limitando la búsqueda a solo el departamento de Santander, las bases de datos obtenidas fueron las siguientes:

Tabla 4 Lista de bases de datos (Santander)

Bases de datos	Cantidad Papers	%
Universidad Industrial de Santander ...	36	10,43%
books.google.com	20	16,23%
researchgate.net	13	20,00%
repository.javeriana.edu.co	6	21,74%

Nuevamente, como la mayoría repositorios son universitarios, la descarga de documentos se hizo de forma manual, en total se obtuvo una cantidad de 11 artículos.

DISEÑO DEL SCRIPT PARA MINERÍA DE DATOS

Al extender la búsqueda a artículos relacionados con tecnología IoT implementada en el agro, se decidió desarrollar un script que, según ciertos criterios de búsqueda, hiciera de forma automática la descarga de estos, la base de datos elegida para esto fue Core, debido a que este repositorio es de acceso libre a la vez que permite y facilita implementar procesos de minería de datos.

```
import requests
import time
import sys
import os
import validators
import urllib.request
from bs4 import BeautifulSoup
import pandas as pd
```

Ilustración 6 Librerías Script Minería de Datos

```

def downloadFile():
    for i in range(69,1035):
        url_base = 'URL'
        query_search = 'ECUACIÓN_DE_BÚSQUEDA'
        language = 'IDIOMA'
        year = 'RANGO_DE_TIEMPO'
        page = 'page={}&'.format(i)
        pageSize = 'TAMAÑO_PÁGINA'
        data_query='DATOS_BÚSQUEDA'
        apiKey='API_KEY'
        r_api = requests.get(url_base+query_search+language+year+page+pageSize+data_query+apiKey)
        time.sleep(1)
        if r_api.status_code!=200:
            print ('No es posible obtener respuesta del servidor en la iteración # {}'.format(i))
        elif r_api.status_code ==200:
            r_api.json()
            df=pd.DataFrame(r_api.json()['data'])
            for index, row in df.iterrows():
                fileName = str(row["id"] + ".pdf")
                validador_booleano=validators.url(row['fulltextIdentifier'])
                if validador_booleano ==True:
                    print('Descargando el documento {}'.format(fileName))
                    with open(fileName, "wb") as file:
                        url=requests.get(row['fulltextIdentifier'])
                        file.write(url.content)
            print ("Descarga completamente realizada {}".format(i))

if __name__ == '__main__':
    downloadFile()

```

Ilustración 7 Script Minería de Datos

Al momento de ejecutar este script se presentó un inconveniente, por alguna razón desconocida, el script descargaba una cierta cantidad de artículos, pero luego se detenía y arrojaba un error, esto se atribuyó a que, en algunas ocasiones al pasar hacia una siguiente página, esta no cargaba ningún documento. La solución en el implementada fue revisar constantemente que este seguía descargando y en caso de no hacerlo, ejecutarlo de nuevo.

Se extrajo un total de 715 artículos relacionados con la implementación de tecnologías IoT para la medición del clima en entornos agrícolas, siendo 216 de estos artículos en idioma español y 499 artículos en idioma inglés.

5.2 EJECUCIÓN FASE IDENTIFICACIÓN RSPIDER

ANÁLISIS DE FRECUENCIA POR PALABRA CON INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Siguiendo la metodología RSpider y con la etapa de recolección completa, la siguiente fase a cumplir debía ser la identificación para la respectiva clasificación de los datos. El dataset ya antes mencionado y trabajado de tal forma que estuviera lo más veraz posible, fue analizado por NVivo, el cual es un software que ayuda a organizar y analizar fácilmente información desorganizada a través de inteligencia artificial, para poder tomar mejores decisiones. Como resultado se obtuvo el análisis por frecuencia de palabras como se puede ver a continuación:

Anexo 1 Resultado análisis frecuencia por palabra Nvivo_Santander

Tabla 5 Ejemplo resultados de frecuencia por palabra NVivo con artículos de Santander

	A	B	C	D	E
1	Word	Length	Count	Weighted Percentage (%)	Similar Words
2	desarrollo	10	1458	1.20	acumulación, acumuladas, bomba, bombas, concentra, concentración, concentrada, concentrados, concentran, crec, crece, crecen, crecer, crecieron, crecimiento, cultiva, cultivable, cultivables, cultivada, cultivadas, cultivado, cultivador, cultivadoras, cultivadores, cultivan, cultivar, cultivarlo, cultivas, cultivo, cultivos, desarrolla, desarrollaba, desarrollada, desarrolladas, desarrollado, desarrollador, desarrolladores, desarrollados, desarrollan, desarrollando, desarrollar, desarrollara, desarrollará, desarrollarán, desarrollarias, desarrollaron, desarrollarse, desarrolle, desarrollen, desarrollo, desarrolló, desarrollos, desplegados, desplegar, desplegará, difunde, difunden, difundida, difundido, difundidos, difundir, evolución, inicia, iniciado, inician, iniciar, iniciaron, iniciativa, iniciativas, inicio, inicios, nace, nacido, nació, propagación, propagaciones, public, pública, publicación, publicaciones, publicadas, publicado, publicados, publican, publicando, publicar, publicarlo, públicas, publicidad, público, públicos, sucede, suceder, sucediese, surge, surgen, surgido, surgiendo, surgió, surgir, vegetable, vegetación, vegetativa, vegetativo
3	información	11	1251	0.90	afirma, afirman, afirmar, afirmó, avisos, comunicados, comunican, comunicar, comunicarse, comunicativos, cuenta, cuentan, cuentas, cuente, data, date, datos, década, decir, decirse, enseñanza, enseñar, exposición, exposiciones, inform, informa, información, informado, informados, informar, informará, informe, informes, manifestado, manifestaron, manifestó, nota, note, noted, noticia, noticias, notificado, participa, participación, participado, participan, participar, participaran, participativa, participativo, participativos, participen, participes, participó, referencia, referencias, referente, referentes, relación, relaciona, relacionada, relacionadas, relacionado, relacionados, relacionan, relacionar, relacionarán, relacionaron, relaciones, relación, related, relates, relativa, relativamente, relativo, relativos, señal, señala, señalados, señalando, señalar, señales

Anexo 2 Resultado análisis frecuencia por palabra Nvivo_Colombia

Tabla 6 Ejemplo resultados de frecuencia por palabra NVivo con artículos de Colombia

A1	A	B	C	D	E	F
	Word	Length	Count	Weighted Percentage (%)	Similar Words	
2	puede	5	3509	0,44	pueda, puedan, puede, pueden, puedes, puedo	
3	producción	10	3642	0,37	film, película, películas, produccion, producción, producciones, product, productiva, productivamente, productivas, productividad, productividades, productivo, productivos, producto, productos, rendimiento, rendimientos	
	figura	6	12416	0,28	armazón, const, consta, constaba, constan, constando, constar, constará, conste, constó, cont, contaba, contaban, contadas, contamos, contando, contar, contara, contará, contarán, contaremos, contaría, contaron, contarse, conte, contó, croma, cromo, cuadrada, cuadrado, cuadrados, cuadro, cuadros, diagrama, diagramación, diagramarlo, diagramas, dibuja, dibujadas, dibujado, dibujan, dibujar, dibujará, dibujarse, dibujo, espera, esperaba, esperable, esperables, esperada, esperadas, esperado, esperados, esperamos, esperan, esperando, esperanza, esperar, esperaría, esperarían, esperarse, espero, esquema, esquemas, exista, existan, existe, existe', existen, existes, existía, existían, existido, existiendo, existiera, existieran, existieron, existiese, existió, existir, existirá, existirán, existiría, ficha, fichas, figura, figurado, figuran, figurar, figuras, figure, figuren, física, físicamente, físicas, físico, físicos, form, forma, formada, formadas, formado, formados, forman, formando, formar, formará, formarán, formarme, formaron, formarse, formas, formen, grafica, gráfica, graficación, graficada, graficado, graficados, gráficamente, graficamos, grafican, graficando, gráficamente, graficar, graficaron, graficas, gráficas, grafico, graficó, gráfico, graficos, gráficos, imaginable, imaginación, imaginado, imaginan, imaginándolo, imaginar, imaginarse, muñeca, pieza, piezas, piezo, represent, representa, representaba,	

Anexo 3 Resultado análisis frecuencia por palabra NVivo_Mundo_Español

Tabla 7 Ejemplo resultados de frecuencia por palabra NVivo con artículos del mundo en español

	A	B	C	D	E	F
1	Word	Length	Count	Weighted Percentage (%)	Similar Words	
2	the	3	84106	0,77	the, 'the, the', thea, thead, their, their', theo	
3	and	3	54455	0,50	and	
4	puede	5	34985	0,32	pued, pueda, puedan, puedas, puede, 'puede, pueden, puedes, pudiera, puedo	
5	social	6	26644	0,24	izquierda, 'izquierda, izquierdas, izquierdismo, izquierdista, izquierdistas, izquierdo, izquierdos, social, social', 'social, social', sociale, sociales, sociales', socialidad, socialismo, socialista, socialistas, socialmente	
6	cada	4	20132	0,18	cad, cada, cadar, cadas, cade, cadernos, cado, cados	
7	mismo	5	19510	0,18	misma, mismas, mismas', mismo, mismo', 'mismo', mismo, mismos	
8	diferen	10	18091	0,16	diferencia, diferencias, diferent, diferente, 'diferente', diferente', diferentemente, diferentes	
9	análisis	8	16792	0,15	analysis, análisis, análisis, análisis	
10	así	3	14543	0,13	asi, 'asi', así, así, asia, asia, asia, asian, asies, asio	

Anexo 4 Resultado análisis frecuencia por palabra NVivo_Mundo_Inglés

Tabla 8 Ejemplo resultados de frecuencia por palabra NVivo con artículos del mundo en inglés

	A	B	C	D	E	F
1	Word	Length	Count	Weighted Percentage (%)	Similar Words	
2	data	4	50990	1,02	#data, 'data', data, data', 'data, 'data', data', data'requirements, datas, inform, informal, informally, informant, informants, information, 'information, information', informational, informations, informative, informe, informed, informer, informes, informing, informs	
3	iot	3	30145	0,75	#iot, @iot, '@iot, iot, iot', 'iot, iot', iot'19, iots, iots'	
4	sensor	6	20768	0,26	'sensor, 'sensor', 'sensors', detector, detectors, sensor, 'sensor, sensor', sensore, sensed, sensores, sensing, sensorization, sensorized, sensors, sensors', 'sensors', sensors'	
5	device	7	16213	0,20	#device, devic, device, device', 'device, 'device', device', devices, devices', 'devices', devices', devices'12, twist, twisted, twisting	

Lo que se observa en las anteriores imágenes, es el resultado proporcionado por NVivo, en la columna E se tiene en cada celda un conjunto de palabras que ahora deben pasar por un proceso manual de contextualización.

CLUSTERIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN

En los resultados generados por NVivo se obtuvo un total de cinco mil conjuntos de palabras por cada análisis, pero dado el tiempo del proyecto, se tuvo como criterio el principio de Pareto, por lo que se analizaron únicamente las primeras mil obedeciendo a que en el proceso de análisis del software NVivo, las primeras palabras tienen una frecuencia mayor que las que están últimas.

El paso siguiente fue contextualizar cada conjunto de palabras en una serie de líneas y sublíneas.

Anexo 5 Análisis de clusterización Santander

Tabla 9 Ejemplo del análisis de clusterización para Santander

	A	B	C	D	E
43	Análisis de contexto	Estudio sociocultural	414	0.32	area, área, areas, áreas, region, región, región, regiones, zona, zonas
44	Análisis de contexto	Estudio sociocultural	237	0.14	area, área, areas, áreas, campo, campos, disciplina, disciplinado, disciplinas
45	Análisis de contexto	Estudio sociocultural	137	0.14	época, épocas, moment, momento, momentos, rate, rates, tiempo, tiempos
46	Análisis de contexto	Estudio sociocultural	108	0.13	sector, sectores
47	Análisis de contexto	Estudio sociocultural	112	0.12	pobl, población, poblaciones, poblados, pueblo, pueblos, villa
48	Análisis de contexto	Estudio sociocultural	108	0.12	dominio, dominios, provincia, territorio, territorios
49	Análisis de contexto	Estudio sociocultural	121	0.12	cuarta, cuarto, habita, habitan, habitarán, hábitos, local, locale, locales, localidades, localmente, plazas, plazo, provincial, sitio, sitios
50	Análisis de contexto	Estudio sociocultural	92	0.11	naciones, país, países, pueblo, pueblos
51	Análisis de contexto	Estudio sociocultural	116	0.07	situados, ubica, ubicación, ubicaciones, ubicada, ubicadas, ubicado, ubicados, ubican, ubicando, ubicar, ubicarlo, ubicarlos, ubicarse, ubico
52	Análisis de contexto	Estudio sociocultural	129	0.05	provincia, region, región, regiones
53	Análisis de contexto	Estudio sociocultural	39	0.05	cultural, culturales
54	Análisis de contexto	Estudio sociocultural	39	0.05	regional, regional, regionale, regionales
55	Análisis de contexto	Estudio sociocultural	30	0.04	habitante, habitantes
56	Análisis de contexto	Estudio sociocultural	26	0.03	ciudad
57	Análisis de contexto	Estudio sociocultural	22	0.03	tradicional, tradicionales, tradicionalmente

Anexo 6 Análisis de clusterización Colombia

Tabla 10 Ejemplo del análisis de clusterización para Colombia

	A	B	C	D	E
21	Análisis de contexto	Estudio sociocultural	2048	0.06	are, area, área, areas, áreas, region, región, regiones, zona, zonas, zone
22	Análisis de contexto	Estudio sociocultural	269	0.03	rural, rurales, ruralidad
23	Análisis de contexto	Estudio sociocultural	340	0.01	asentada, asentadas, asentamiento, asentamientos, ayuntamiento, municipio, municipios, municipios, puebla, pueblo, pueblos
24	Análisis de contexto	Estudio sociocultural	92	0.01	cultura, culturas, culture
25	Análisis de contexto	Estudio sociocultural	298	0.01	poblacion, población, poblaciones, poblada, pobladas, poblados, poblar, puebla, pueblo, pueblos, villa, villar, villaran, villas, ville
26	Análisis de contexto	Estudio sociocultural	375	0.01	habla, hablado, hablamos, hablan, hablando, hablar, hablará, hablaremos, hable, hablen, habló, lenguaje, lenguajes
27	Análisis de contexto	Humano	772	0.03	alma, humana, humanas, humanidad, humanidades, humanismo, humanista, humano, humanoid, humanos, individuo, individuo, individuos, mortalidad, person, persona, personas
28	Análisis de contexto	Terrenos	2619	0.06	ambito, ámbito, ámbitos, are, area, áreas, áreas, camp, campaña, campañas, campe, campo, campos, disciplina, disciplinadamente, disciplinado, disciplinados, disciplinas, encuadra, encuadradas, encuadrados, encuadran, esfera, esferas, esférica, esféricas, fonda, fondo, fondos, órbita, orbitas, órbitas, pista, pistas, pister, reina, reiner, reino, terrena, terrenas, terreno, terrenos
29	Análisis de contexto	Terrenos	388	0.02	camina, caminados, caminan, caminar, camino, caminos, itinerarios, recorre, recorrer, recorrida, recorrido, recorridos, ruta, rutas, rutear
30	Análisis de contexto	Terrenos	610	0.02	terrena, terrenas, terreno, terrenos, tierra, tierras

Anexo 7 Análisis de clusterización Mundo_Español

Tabla 11 Ejemplo del análisis de clusterización para mundo en español

	A	B	C	D	E
27	Análisis de contexto	Estudio sociocultural	3195	0.0	hombr, hombrados, hombre, hombres, 'hombres, hombría, hombre, hombres,
28	Análisis de contexto	Estudio sociocultural	633	0.0	cultural, cultural', culturale, culturales, culturales', culturalista, culturalistas,
29	Análisis de contexto	Estudio sociocultural	900	0.0	habla, 'habla, hablaba, hablábamos, hablaban, hablabas, hablada, hablada',
30	Análisis de contexto	Estudio sociocultural	592	0.0	cultur, cultura, 'cultura', cultura', culturadas, culturas, culturas', culture, culture',
31	Análisis de contexto	Humano	302	0.0	alma, humana, humana', humana', humanada, humanamente, humanas,
32	Análisis de contexto	Estudio sociocultural	573	0.0	ciudadana, ciudadana', ciudadanas, ciudadanía, ciudadanía', ciudadanías,
33	Análisis de contexto	Estudio sociocultural	549	0.0	amer, america, america', américa, américa, america', américa', américa'fecha,
34	Análisis de contexto	Estudio sociocultural	424	0.0	filosofa, filósofa, filosofaban, filosofan, filosofar, filosofarlos, filosofía, filosofía',
35	Análisis de contexto	Estudio sociocultural	165	0.0	nacional, nacional, nacional', nacionales, nacionales', nacionalidad,
36	Análisis de contexto	Estudio sociocultural	408	0.0	latin, latín, latina, latinas, latine, latino, latinos

Anexo 8 Análisis de clusterización Mundo_Inglés

Tabla 12 Ejemplo del análisis de clusterización para mundo en inglés

	A	B	C	D	E
22	Análisis de contexto	Vivienda	7	C	#home, aboded, domicile, dwell, dwelling, dwellings, dwells, families, family, family', habit, habitability, habitable, habitant, habitants, habitation, habits, home, home', homed, homely, homes, homes', homes', homing, hous, house, 'house', house', housed, household, householders, households, households', houses, housing, housings, place, 'place', place', placed, places, places', places', placing, plain, plain', plaine, plained, plainly, plains, plate, plated, plates, plating
23	Análisis de contexto	Estudio sociocultural	3	C	feel, feel', feeling, feelings, feels, perceivability, perceivable, perceive, perceived, 'perceived, perceiver, perceives, perceiving, percept, perceptible, perception, perceptions, perceptive, sensation, sensations, sense, sense', sensed, sensed', senses, sensing, sensing', signifie, signified, signifiers, signifies, signify, smell
24	Análisis de contexto	Humano	2	C	identical, identically, identities, identities', identity, individual, individual', individualisation, individualised, individualism, individuality, individualize, individualized, individually, individuals, individuals', individuated, individuation, individualisations

El proceso consta de ir fila por fila e ir contextualizando dicho conjunto de palabras de forma en que todo quede clasificado en líneas (clústeres) y sublíneas, este proceso se hizo para los cuatro resultados generados por NVivo, es decir, para Santander, Colombia y Mundo en español e inglés.

RESUMEN DE CLASIFICACIÓN DE DATOS

Una vez finalizado este proceso de análisis, se condensaron en una tabla los resultados obtenidos.

Tabla 13 Resumen resultados clusterización Santander

CLÚSTER	#Veces	Del Total	Del Clúster
ACTORES	39	5,60%	100,00%
ANÁLISIS DE CONTEXTO	48	6,89%	100,00%
Estudio sociocultural	25	3,59%	52,08%
Estudio socioeconómico	2	0,29%	4,17%
Humano	7	1,00%	14,58%
Terrenos	9	1,29%	18,75%
Vivienda	5	0,72%	10,42%
APROPIACIÓN TECNOLÓGICA	39	5,60%	100,00%
Adopción	16	2,30%	41,03%
Entender	5	0,72%	12,82%
Manejo	4	0,57%	10,26%
Pruebas	3	0,43%	7,69%
Técnicas	6	0,86%	15,38%
Usos	5	0,72%	12,82%
BIENESTAR PEQ PROD CAMP	6	0,86%	100,00%
Consumo de alimentos	3	0,43%	50,00%
Salud	3	0,43%	50,00%

CLÚSTER	#Veces	Del Total	Del Clúster
ECOSISTEMA	24	3,44%	100,00%
Ambiente	2	0,29%	8,33%
Clima	7	1,00%	29,17%
Estudio de los suelos	7	1,00%	29,17%
Fauna	1	0,14%	4,17%
Geografía	4	0,57%	16,67%
Sistema acuífero	3	0,43%	12,50%
FORMACIÓN ACADÉMICA	4	0,57%	100,00%
Educación	4	0,57%	100,00%
IMPLEMENTACIÓN	41	5,88%	100,00%
MAPA DE RUTA	30	4,30%	100,00%
Alternativa	8	1,15%	26,67%
Funcionamiento	14	2,01%	46,67%
Nivel	4	0,57%	13,33%
Visualización	4	0,57%	13,33%
PEQUEÑO PROD CAMP	9	1,29%	100,00%
Agremiaciones	9	1,29%	100,00%
POLÍTICAS PÚBLICAS	105	15,06%	100,00%
Administración	12	1,72%	11,43%
Desarrollo rural	3	0,43%	2,86%
Garantías	30	4,30%	28,57%
Impacto	18	2,58%	17,14%
Industria	4	0,57%	3,81%
Infraestructura	4	0,57%	3,81%
Participación	16	2,30%	15,24%
Perspectivas	18	2,58%	17,14%
SISTEMA AGRÍCOLA	76	10,90%	100,00%
Gastos	8	1,15%	10,53%
Insumos	5	0,72%	6,58%
Necesidades	5	0,72%	6,58%
Problemas de los cultivos	12	1,72%	15,79%
Producción agrícola	44	6,31%	57,89%
Ventas	2	0,29%	2,63%
TECNOLOGÍA	174	24,96%	100,00%
TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA	102	14,63%	100,00%
AI, Apropiación	3	0,43%	2,94%
Análisis	3	0,43%	2,94%
Certificación	1	0,14%	0,98%
Diseño	6	0,86%	5,88%
Divulgación	18	2,58%	17,65%
Elementos de diseño	2	0,29%	1,96%
Extensión agrícola	17	2,44%	16,67%

CLÚSTER	#Veces	Del Total	Del Clúster
Extensión rural	1	0,14%	0,98%
Identificación	7	1,00%	6,86%
Innovación	7	1,00%	6,86%
Investigación	23	3,30%	22,55%
Licenciamiento	4	0,57%	3,92%
Medición	4	0,57%	3,92%
Preguntas	1	0,14%	0,98%
Validación	5	0,72%	4,90%
TOTAL	697		

Tabla 14 Resumen resultados clusterización Colombia

CLÚSTER	#Veces	Del Total	Del Clúster
ACTORES	17	2,62%	100,00%
ANÁLISIS DE CONTEXTO	15	2,31%	100,00%
Estudio sociocultural	9	1,39%	60,00%
Humano	1	0,15%	6,67%
Terrenos	4	0,62%	26,67%
Vivienda	1	0,15%	6,67%
APROPIACIÓN TECNOLÓGICA	35	5,40%	100,00%
Adopción	13	2,01%	37,14%
Entendimiento	4	0,62%	11,43%
Manejo	3	0,46%	8,57%
Técnicas	6	0,93%	17,14%
Usos	9	1,39%	25,71%
BIENESTAR PEQ PROD CAMP	3	0,46%	100,00%
Consumo de alimentos	1	0,15%	33,33%
Salud	2	0,31%	66,67%
ECOSISTEMA	12	1,85%	100,00%
Ambiente	1	0,15%	8,33%
Clima	7	1,08%	58,33%
Estudio de los suelos	2	0,31%	16,67%
Sistemas acuíferos	2	0,31%	16,67%
FORMACIÓN ACADÉMICA	7	1,08%	100,00%
Educación	7	1,08%	100,00%
IMPLEMENTACIÓN	33	5,09%	100,00%
MAPA DE RUTA	25	3,86%	100,00%
Alternativa	5	0,77%	20,00%
Funcionamiento	12	1,85%	48,00%

CLÚSTER	#Veces	Del Total	Del Clúster
Nivel	3	0,46%	12,00%
Visualización	5	0,77%	20,00%
PEQUEÑO PRODUCTOR	5	0,77%	100,00%
Agremiaciones	5	0,77%	100,00%
POLÍTICAS PÚBLICAS	60	9,26%	100,00%
Administración	13	2,01%	21,67%
Garantías	20	3,09%	33,33%
Impacto	6	0,93%	10,00%
Industria	1	0,15%	1,67%
Infraestructura	6	0,93%	10,00%
Participación	9	1,39%	15,00%
Perspectivas	5	0,77%	8,33%
SISTEMA AGRÍCOLA	27	4,17%	100,00%
Gastos	4	0,62%	14,81%
Problemas de los cultivos	6	0,93%	22,22%
Producción agrícola	17	2,62%	62,96%
TECNOLOGÍA	332	51,23%	100,00%
TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA	77	11,88%	100,00%
Diseño	6	0,93%	7,79%
Divulgación	13	2,01%	16,88%
Elementos de diseño	2	0,31%	2,60%
Extensión agrícola	15	2,31%	19,48%
Identificación	7	1,08%	9,09%
Innovación	4	0,62%	5,19%
Investigación	22	3,40%	28,57%
Licenciamiento	1	0,15%	1,30%
Medición	5	0,77%	6,49%
Validación	2	0,31%	2,60%
TOTAL	648		

Tabla 15 Resumen resultados clusterización Mundo

CLÚSTER	#Veces	Del Total	Del Clúster
ACTORES	22	1,92%	100,00%
ANÁLISIS DE CONTEXTO	81	7,06%	100,00%
Estudio sociocultural	45	3,92%	55,56%
Estudio socioeconómico	1	0,09%	1,23%
Humano	13	1,13%	16,05%
Terrenos	13	1,13%	16,05%
Vivienda	9	0,78%	11,11%

CLÚSTER	#Veces	Del Total	Del Clúster
APROPIACIÓN TECNOLÓGICA	91	7,93%	100,00%
Adopción	46	4,01%	50,55%
Entendimiento	5	0,44%	5,49%
Manejo	15	1,31%	16,48%
Técnicas	12	1,05%	13,19%
Usos	13	1,13%	14,29%
BIENESTAR PEQ PROD CAMP	22	1,92%	100,00%
Consumo de alimentos	11	0,96%	50,00%
Salud	11	0,96%	50,00%
ECOSISTEMA	35	3,05%	100,00%
Ambiente	8	0,70%	22,86%
Clima	17	1,48%	48,57%
Estudio de los suelos	4	0,35%	11,43%
Geografía	1	0,09%	2,86%
Sistemas acuíferos	5	0,44%	14,29%
FORMACIÓN ACADÉMICA	20	1,74%	100,00%
Educación	20	1,74%	100,00%
IMPLEMENTACIÓN	9	0,78%	100,00%
MAPA DE RUTA	59	5,14%	100,00%
Alternativa	4	0,35%	6,78%
Funcionamiento	29	2,53%	49,15%
Nivel	14	1,22%	23,73%
Visualización	12	1,05%	20,34%
PEQUEÑO PRODUCTOR	17	1,48%	100,00%
Agremiaciones	15	1,31%	88,24%
Smallholder	1	0,0008711	
POLÍTICAS PÚBLICAS	179	15,59%	100,00%
Administración	38	3,31%	21,23%
Desarrollo rural	2	0,17%	1,12%
Garantías	64	5,57%	35,75%
Impacto	29	2,53%	16,20%
Industria	6	0,52%	3,35%
Infraestructura	6	0,52%	3,35%
Participación	16	1,39%	8,94%
Perspectivas	18	1,57%	10,06%
SISTEMA AGRÍCOLA	98	8,54%	100,00%
Gastos	8	0,70%	8,16%
Insumos	15	1,31%	15,31%
Problemas de los cultivos	8	0,70%	8,16%
Producción agrícola	50	4,36%	51,02%
Transporte	2	0,17%	2,04%
Ventas	15	1,31%	15,31%
TECNOLOGÍA	287	25,00%	100,00%

CLÚSTER	#Veces	Del Total	Del Clúster
TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA	229	19,95%	100,00%
Análisis	5	0,44%	2,18%
Diseño	9	0,78%	3,93%
Divulgación	37	3,22%	16,16%
Elementos de diseño	6	0,52%	2,62%
Extensión agrícola	26	2,26%	11,35%
Identificación	22	1,92%	9,61%
Innovación	40	3,48%	17,47%
Investigación	57	4,97%	24,89%
Licenciamiento	5	0,44%	2,18%
Medición	14	1,22%	6,11%
Preguntas	2	0,17%	0,87%
Validación	6	0,52%	2,62%
TOTAL	1148		

Los resultados de clusterización de mundo en inglés y español se unificaron en una misma tabla de resumen.

Las tablas anteriores muestran cuales son las sublíneas que conforman cada clúster y el porcentaje que estas representan en el total de palabras y en el total del clúster.

5.3 EJECUCIÓN FASE EVALUACIÓN RSPIDER

VIGILANCIA TECNOLÓGICA

Esta fase no pudo ser completada en su totalidad debido a la falta de información necesaria en cuanto a patentes para poder realizar el respectivo análisis.

Mediante PatentPulse, que es una plataforma web especializada en la explotación, análisis y vigilancia de patentes con un enfoque colaborativo de alto interés, se buscaron diversas patentes que estuvieran relacionadas con tecnologías IoT para la medición del clima e implementadas en sectores agrícolas usando como ecuación de búsqueda (*(((climate OR weather) AND monitoring) OR meteorological) AND iot AND agriculture*), donde los resultados obtenidos fueron documentos de patentes que no cumplían con el criterio de idioma (inglés o español), siendo esta la razón por la cual esta fase de ejecución no se pudo llevar a cabo completamente.

Ilustración 8 Resultados obtenidos en PatentPulse

Con el fin de culminar la tercera fase de la metodología RSpider, la alternativa implementada consistió en realizar vigilancia tecnológica a las tecnologías de medición del clima al incluir dentro de los repositorios Dimensions y Google Scholar, ya que estos dentro de sus resultados incluyen documentos de patentes. Si bien esta alternativa no es igual de efectiva que PatentPulse, permitió cumplir con la evaluación de patentes propuesta en la metodología.

Ilustración 9 Ejemplo de patentes en Dimensions

CATEGORIZACIÓN DE TECNOLOGÍAS

Una vez terminado el análisis de clusterización, el paso a seguir fue reunir todas las tecnologías encontradas en Santander, Colombia y Mundo en español e inglés en un mismo documento y luego separarlas por categoría según su función.

Anexo 9 Categorización de tecnologías por función

Tabla 16 Ejemplo categorización de las tecnologías

	Sensores	Bus de datos	Fotogrametría para mapeo	Servicios Cloud	Software de monitoreo	Entorno de desarrollo	Middleware	Simuladores
3	Acelerometro lis331hh	I2c	pix4mapper	Amazon EC2	Grafana	basic4android (d4x)	R2C	ns2
4	Anemómetro	NoCAN	Autodesk ReCap	Microsoft Azure IoT Suite	Prometheus	matlab	Putty	Ns3
5	Sensor luminosidad bh1750	SPI	Agisoft Metashape	Blynk	ibana	Node-RED	Swift	Ansys
6	Sensor humedad bme280	IUART	AliceVision Meshroom	github	influxdb	Eclipse Mosquitto	SOAP	gitmanager
7	sensor presion barometrica bmp180	CAN	PhotoModeler Technologies	Google Cloud IoT	Zabbix	RabbitMQ	DDS	Lotify
8	sensor presion barometrica bmp280	EtherCAT	CapturingReality	GitLab	Graphite	OpenHAB	mongodb	IoT device simul
9	Sensor temperatura dht22	OPC UA	Regard3D	Bitbucket	Opentsdb	SPSS	Oracle Fusion	NetSim
10	tempratura sumergible ds18b20	DDS	Trimble Inpho	Thingworx 8 IoT Platform	collectd	nodejs		Beywise iot sim
11	sensor humedad hs1101	CoAP	WebODM	GNU Savannah	CloudWatch	Scada		IBM Bluemix
12	Sensor sonido lm393	XMPP	3DF Zephyr	SourceForge	ElasticSearch	SublimeText		MathWorks
13	Sensor de imagen pi3y2			Gitex				
14	Sensor de temperatura pt100			IBM Watson IoT Platform				
15	Temp y humedad sht10			AWS IoT Platform				
16	Temp y humedad sht11			Cisco IoT Cloud Connect				
17	Temp y humedad sht15			Salesforce IoT Cloud				
18	Temp y humedad si7021			Kaa IoT Platform				
19	Temp y humedad sht72			Oracle IoT Platform				
20	Temp tmp102			Thingpeak IoT Platform				
21	intensidad de luz tsl2561							
22	humedad vh400							
23	temperatura lm35							

RSpider no es una metodología lineal, por lo que es permitido transitar por todas las etapas que la componen si se requiere; al ver que la cantidad de tecnologías en algunas categorías estaban incompletas fue necesario volver a la etapa de identificación.

La lista de estas tecnologías fue complementada con una nueva búsqueda en la web y de este modo poder cubrir las tecnologías usadas para la medición del clima en la agricultura.

BÚSQUEDA DE TECNOLOGÍAS EN REPOSITORIOS

Hecha la categorización de las tecnologías encontradas se hizo una búsqueda de cada una de estas por cada uno de los repositorios encontrados en la etapa inicial. La ecuación de búsqueda empleada fue (“Nombre de la tecnología” AND (weather OR clima) AND (agricultura OR agriculture))

Anexo 10 Calculadora

Tabla 17 Ejemplo de búsqueda de las tecnologías por repositorio

	B	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	
16													
17	TECNOLOGÍAS	Researchga	UNi	UC	Javeria	Scie	UniRioja	U	Proque	Core	Google Schol	Dimensi	AÑ
18	Bluetooth	9	0	6	0	0	2	2	1431	2841	3580	20012	
19	RFID	0	0	2	0	0	4	4	1546	3372	3810	13439	
20	Near Field Communication (NFC)	0	0	2	0	0	0	0	1999	2886	1200	4564	
21	Zigbee	13	0	3	0	0	0	0	429	1376	3260	5451	
22	Thread	0	0	3	0	0	0	1	373	1719	1110	5566	
23	Neul	0	0	0	0	0	0	0	11	61	45	5566	
24	Long Range	6	0	4	0	0	0	1	248	917	1370	1422	
25	Sigfox	0	0	0	0	0	0	0	101	172	743	615	
26	Zwave	0	0	0	0	0	0	0	2	19	53	85	
27	Windows	51	0	109	0	1	4	6	6	74835	280000	216689	
28	iPhone OS (IOS)	1	0	262	0	0	0	16	79	13134	34600	81278	
29	Linux	1	0	15	0	0	1	1	0	4601	12500	23557	
30	Android	33	0	14	0	1	1	2	1	3306	11700	11689	
31	GNU	1	0	9	0	0	0	1	1146	3293	6240	15617	
32	Debian	1	0	62	0	0	8	10	2	523	19200	4700	
33	Raspbian	0	0	1	0	0	0	0	0	118	3880	396	
34	macOS (OSX)	0	0	1	0	0	0	1	130	509	2630	489	
35	Contiki OS	1	0	0	0	0	0	0	14	61	177	114	

Se documentó la cantidad de artículos disponibles según la tecnología al ejecutar la búsqueda con la ecuación antes mencionada en cada repositorio.

De la lista de repositorios fue retirado el de la Universidad Industrial de Santander (UIS) debido a que se encontraba fuera de servicio al momento de ejecutar estas búsquedas.

Anteriormente cada tecnología fue clasificada en una categoría según su funcionamiento y cada categoría fue clasificada dentro de una dimensión según las capas del modelo OSI.

Este proceso se puede encontrar en Anexo 10 Calculadora Hoja “Cálculos”

Tabla 18 Ejemplo de clasificación en categorías y dimensiones

2	TECNOLOGÍAS	Categoría	Dimensión
3	Bluetooth	WSN	Capa captura de datos
4	RFID	WSN	Capa captura de datos
5	Near Field Communication (NFC)	WSN	Capa captura de datos
6	Zigbee	WSN	Capa captura de datos
7	Thread	WSN	Capa captura de datos
8	Neul	WSN	Capa captura de datos
9	Long Range	WSN	Capa captura de datos
10	Sigfox	WSN	Capa captura de datos
11	Zwave	WSN	Capa captura de datos
12	Windows	SO	Capa captura de datos
13	iPhone OS (IOS)	SO	Capa captura de datos
14	Linux	SO	Capa captura de datos
15	Android	SO	Capa captura de datos
16	GNU	SO	Capa captura de datos
17	Debian	SO	Capa captura de datos
18	Raspbian	SO	Capa captura de datos
19	macOS (OSX)	SO	Capa captura de datos
20	Contiki OS	SO	Capa captura de datos
21	Chrome OS	SO	Capa captura de datos
22	Servidor FTP	Servidor in situ	Capa captura de datos
23	SheevaPlug	Servidor in situ	Capa captura de datos
24	MATLAB	Software de monitoreo	Capa de aplicación
25	Graphite	Software de monitoreo	Capa de aplicación
26	Prometheus	Software de monitoreo	Capa de aplicación

La categorización en dimensiones a partir del modelo OSI fue parte de la investigación del grupo FARMIA que pertenece a AGRIOT e implementada en este proyecto.

CALCULADORA DE DATOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL MRT VALORES ASOCIADOS E ÍNDICE

Para graficar el MRT se creó una calculadora a partir de los resultados anteriores. Se generaron unos valores asociados y estos toman sus valores a partir de los datos obtenidos anteriormente en el resumen de clusterización de Santander y del mundo.

Tabla 19 Valores Asociados

Valores Asociados (VA)			
Valor asociado a Transferencia Tecnológica	102	8%	SANTANDER
Valor asociado a Apropiación Tecnológica	39	3%	
Valor asociado a Políticas públicas	135	10%	
Valor asociado a Análisis del Contexto	124	9%	
Valor asociado a Buenas Prácticas	69	5%	
Valor asociado a Desarrollo Rural	41	3%	
ÍNDICE		38,20%	
Valor asociado a Transferencia Tecnológica	229	17%	MUNDO

Valor asociado a Apropiación Tecnológica	91	7%
Valor asociado a Políticas públicas	238	18%
Valor mundo asociado a Análisis del Contexto	179	13%
Valor asociado a Buenas Prácticas	79	6%
Valor asociado a Desarrollo Rural	9	1%
ÍNDICE		61,80%
TOTAL	1335	

- El valor asociado a Transferencia Tecnológica es conformado por el clúster Transferencia Tecnológica.
- El valor asociado a Apropiación Tecnológica es conformado por el clúster Apropiación Tecnológica.
- El valor asociado a Políticas Públicas es conformado por la suma de los clústeres de Políticas Públicas y Mapa de ruta.
- EL valor asociado a Análisis del Contexto es conformado por la suma de los clústeres de Análisis de contexto y Sistema Agrícola.
- El valor asociado a Buenas Prácticas es conformado por la suma de los clústeres de Actores, Bienestar del Pequeño Productor y Ecosistema.
- El valor asociado a Desarrollo Rural es conformado por el clúster de Implementación.

CÁLCULO DE LA POSICIÓN

Se agruparon los repositorios de Colombia en un resultado y los de mundo en otro para facilitar el proceso.

Para calcular la posición de cada tecnología en el mapa de ruta, se implementó una fórmula que realizara dicho cálculo, esta tiene como función evaluar cada tecnología de tal forma que si están implementadas en Colombia reciban un valor más alto, mientras que, si en Colombia no está implementada, reciban un valor más bajo.

Esta fórmula dice que si existen artículos que incluyan una tecnología se multiplique por el índice obtenido para Santander y a la vez sume el producto entre la cantidad de artículos en el mundo y el índice obtenido para mundo; en caso de que en Colombia no existan artículos con la alguna tecnología, solo se calculará el valor del producto entre la cantidad de artículos en el mundo y el índice obtenido para mundo.

=SI("artículos_en_colombia">0;("artículos_en_colombia")*"índice_santander"+"artículos_en_el_mundo"*("índice_mundo"+"índice_santander");"artículos_en_el_mundo"*("índice_mundo"+"índice_santander"))

Este proceso se puede encontrar en Anexo 10 Calculadora

Tabla 20 Ejemplo de la posición de cada tecnología

A	B	C	D	E
2	TECNOLOGÍAS	Mundo	Colombia	Posición
3	Bluetooth	26433	1453	26988,0787
4	RFID	20621	1558	21216,191
5	Near Field Communication (NFC)	8650	2002	9414,80899
6	Zigbee	10087	446	10257,382
7	Thread	8395	0	8395
8	Neul	5672	0	5672
9	Long Range	3709	0	3709
10	Sigfox	1530	0	1530
11	Zwave	157	2	157,764045
12	Windows	571524	181	571593,146
13	iPhone OS (IOS)	129012	377	129156,022
14	Linux	40658	18	40664,8764
15	Android	26695	52	26714,8652
16	GNU	25150	1158	25592,382

Para facilitar el proceso al momento de dibujar y entender el mapa de ruta, se calculó el valor de la posición en valores porcentuales. Esto se hizo dividiendo en valor de la posición de cada tecnología entre el valor máximo de estos valores de posición en cada dimensión.

CÁLCULO DEL TAMAÑO

Teniendo la posición calculada, luego se calculó el tamaño que cada tecnología iba a tomar dentro de cada dimensión. Este resultado es la cantidad de artículos encontrados tanto en Colombia como en el mundo; al igual que con la posición, se dividió el valor del tamaño de cada tecnología entre el valor máximo de estos valores de tamaño en cada dimensión, luego multiplicando por un factor de 5, esto con la finalidad de obtener unos resultados en centímetros, siendo 5 centímetros el tamaño máximo que una tecnología puede tomar.

Tabla 21 Ejemplo del tamaño de las tecnologías

TECNOLOGÍAS	Tamaño Clúster cm
Bluetooth	0,24
RFID	0,19
Near Field Communication (NFC)	0,09
Zigbee	0,09
Thread	0,07
Neul	0,05
Long Range	0,03
Sigfox	0,01
Zwave	0,00
Windows	5,00

VIABILIDAD DE LA TECNOLOGÍA

Finalmente, el último factor de evaluación es el año; la viabilidad de cada tecnológica se midió de forma sistemática, donde se tomó como referencia el año encontrado en los repositorios.

- Si los artículos se encuentran antes del año 2010, toma un color rojo.
- Si los artículos se encuentran en el rango del año 2011 hasta el 2017, toma un color amarillo.
- Si los artículos se encuentran en el rango del año 2018 hasta el 2020, toma un color verde.

Este proceso se puede encontrar en Anexo 10 Calculadora

Tabla 22 Ejemplo del cálculo de la posición, tamaño y año

TECNOLOGÍAS	Posición (%)	Tamaño (cm)	Año
Bluetooth	5%	0,24	2020
RFID	4%	0,19	2020
Near Field Communication (NFC)	2%	0,09	2020
Zigbee	2%	0,09	2020
Thread	1%	0,07	2020
Neul	1%	0,05	2020
Long Range	1%	0,03	2020
Sigfox	0%	0,01	2020
Zwave	0%	0,00	2020
Windows	100%	5,00	2020
iPhone OS (IOS)	23%	1,13	2020

5.4 EJECUCIÓN FASE DE VISUALIZACIÓN RSPIDER

Para esta fase final del proyecto, es donde se diseña el mapa de ruta tecnológica, la visualización de la información se vino trabajando desde el primer momento tratando de organizar y a su vez discriminar la información que era irrelevante para el buen funcionamiento de este MRT, en este punto del proyecto ya toda la información estaba analizada y clasificada de tal forma que ya era válida para la construcción y finalización del proyecto.

CREACIÓN DE LA PLANTILLA DEL MAPA DE RUTA

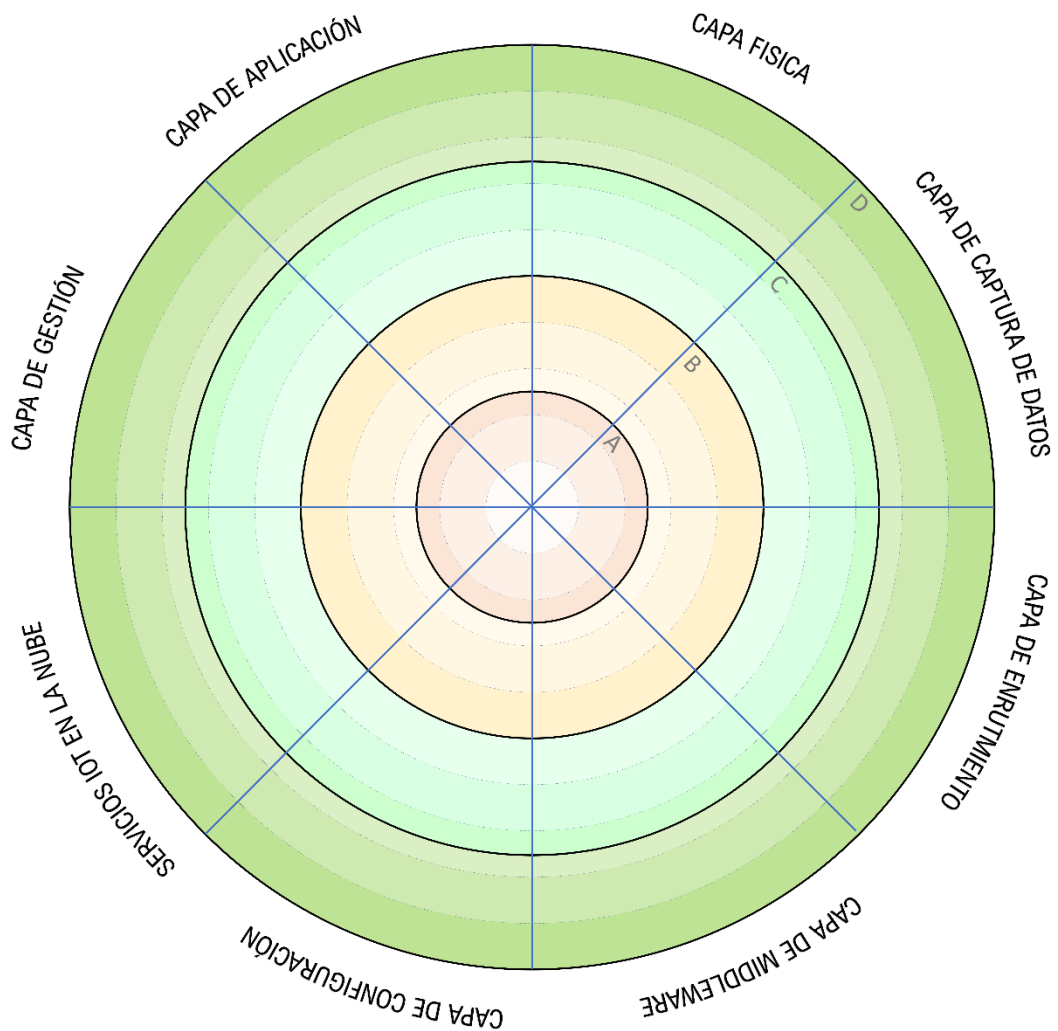


Ilustración 10 Plantilla mapa de ruta tecnológica

Este mapa se divide en ocho dimensiones:

- Capa de captura de datos.
- Capa de aplicación.
- Capa de configuración.
- Capa de enrutamiento.
- Capa de gestión.
- Capa de middleware.
- Capa física.
- Servicios IoT en la nube.

A su vez, el mapa se divide en cuatro sectores, estos dimensionan la posición de las tecnologías, están representadas en la plantilla por las circunferencias internas.

- Sector A: Potencial futuro, representa el 0% al 25%.
- Sector B: Aplicable con fuertes limitaciones, representa el 25% al 50%.
- Sector C: Aplicable con limitaciones de infraestructura o solo alguna limitación contemplada, representa el 50% al 75%.
- Sector D: Próxima a aplicación o ya se encuentra aplicada, representa el 75% al 100%.

La representación de las tecnologías se da a través de círculos, estos toman su tamaño de los datos ya establecidos en la calculadora, su borde representa implementación y la viabilidad ya descrita con anterioridad, un color en su interior que representa la dimensión a la que pertenece y en el centro un número que representa la tecnología.

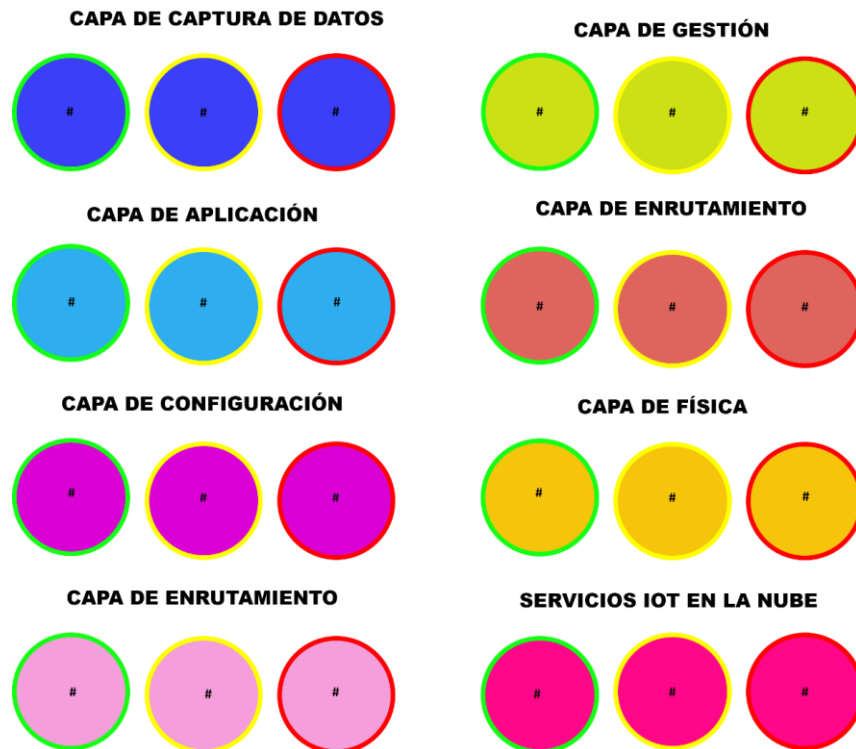


Ilustración 11 Representación gráfica de las tecnologías

DESARROLLO DEL MAPA DE RUTA TECNOLÓGICA

Por último, se deben ubicar las tecnologías en la plantilla según los datos previamente obtenidos, posición, tamaño, viabilidad y dimensión.

MAPA DE RUTA

Anexo 11 Mapa de ruta tecnológica

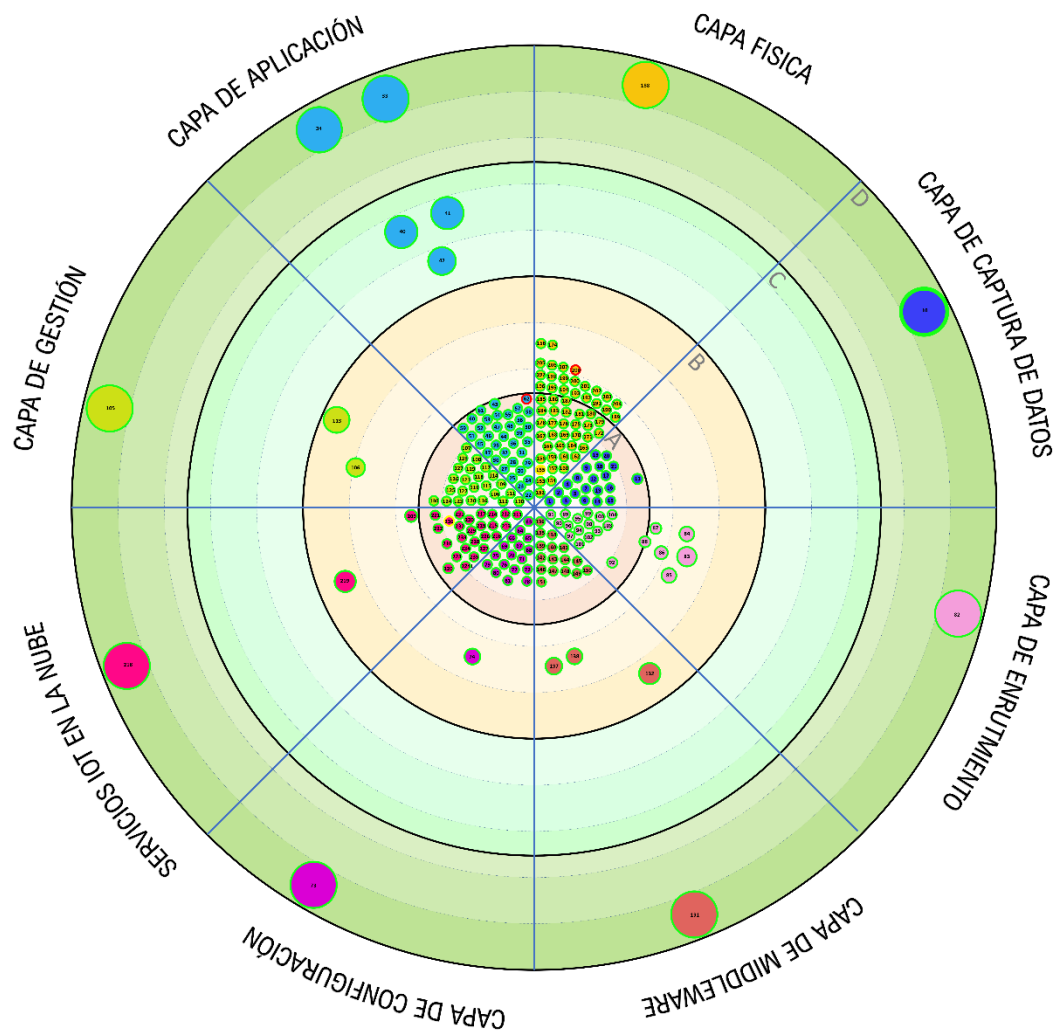


Ilustración 12 Mapa de ruta tecnológica

LISTA DE TECNOLOGÍAS

- 1) Bluetooth.
- 2) RFID
- 3) Near Field Communication (NFC).
- 4) Zigbee.
- 5) Thread.
- 6) Neul.
- 7) Long Range.
- 8) Sigfox.
- 9) Zwave.
- 10) Windows.
- 11) iPhone OS (iOS).
- 12) Linux.
- 13) Android.
- 14) Gnu.
- 15) Debian.
- 16) Raspbian.
- 17) macOS (OSX).
- 18) Contiki OS.
- 19) Chrome OS.
- 20) Servidor FTP.
- 21) SheevaPlug.
- 22) MATLAB.
- 23) Graphite.
- 24) Prometheus.
- 25) ElasticSearch.
- 26) CloudWatch.
- 27) Kibana.
- 28) Influxdb.
- 29) Grafana.
- 30) Collectd.
- 31) Zabbix.
- 32) Opentsdb.
- 33) NS-2 (Network Simulator).
- 34) NS-3 (Network Simulator).
- 35) Ansys.
- 36) Netsim.
- 37) IBM Bluemix.
- 38) QosManager.
- 39) Bevywise IoT Simulator.
- 40) C#.
- 41) C++.
- 42) HTML.
- 43) PHP.
- 44) Java.
- 45) Active Server Pages (ASP).
- 46) Extensible Markup Language (XML).
- 47) Python.
- 48) SQL.
- 49) Javascript.
- 50) Servicio de mensajes simples (SMS).
- 51) Protocolo de transferencia de archivos.
- 52) XML Soap.
- 53) Virtual Private Network (VPN).
- 54) SSH.
- 55) Protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP).
- 56) Protocolo de transferencia de hipertexto (HTTPS).
- 57) Telnet.
- 58) Protocolo simple de administración de red (SNMP).
- 59) Advanced Message Queuing Protocol (AMQP).
- 60) Rlogin.
- 61) Basic4android (d4x).
- 62) Lotify.
- 63) Pix4Dmapper.
- 64) WebODM.
- 65) Regard3D.
- 66) Agisoft Metashape.

- 67)PhotoModeler Technologies.
- 68)Autodesk ReCap.
- 69)CapturingReality.
- 70)3DF Zephyr.
- 71)Trimble Inpho.
- 72)AliceVision Meshroom.
- 73)Sistema de Posicionamiento Global (GPS).
- 74)Arcgis.
- 75)Qgis.
- 76)Kosmo.
- 77)GRASS GIS.
- 78)gvSIG.
- 79)SAGA GIS.
- 80)uDIG.
- 81)OpenJUMP.
- 82)Long Term Evolution (LTE).
- 83)3G.
- 84)Sistema global para las comunicaciones móviles (GSM).
- 85)5G.
- 86)Wifi.
- 87)Servicio General de Paquetes de Vía de Radio (GPRS).
- 88)4G.
- 89)Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles (UMTS).
- 90)WiMAX.
- 91)Edge/EGPRS.
- 92)Protocolo de control de transmisión (TCP).
- 93)Protocolo de resolución de direcciones (ARP).
- 94)Protocolo de datagramas de usuario (UDP).
- 95)IPv6.
- 96)6lowpan.
- 97)Protocolo de control de mensajes de Internet (ICMP).
- 98)Internet Protocol security (IPsec)-
- 99)RPL.
- 100) Protocolo de configuración dinámica de host (DHCP)
- 101) Open Shortest Path First (OSPF).
- 102) DODAG.
- 103) IGMP.
- 104) IPv4.
- 105) Oracle.
- 106) MySQL.
- 107) AMMPS.
- 108) SQL Server.
- 109) MAMP.
- 110) UwAmp.
- 111) Xampp.
- 112) BitNami.
- 113) Flask.
- 114) Pandas.
- 115) Numpy.
- 116) Adaboost.
- 117) Scikit.
- 118) Keras.
- 119) Algoritmo ID3.
- 120) Tensorflow.
- 121) OpenCV.
- 122) Natural Language Toolkit (NLTK).
- 123) SciPy.
- 124) Matplotlib.
- 125) XGBoost.
- 126) Spacy.
- 127) Chainer.
- 128) Laragon.
- 129) Pythorch.

- 130) WampServer.
- 131) F2C.
- 132) SOAP.
- 133) Data Distribution Service (DDS).
- 134) Putty.
- 135) Web Services Description Language (WSDL).
- 136) Oracle Fusion.
- 137) SPSS.
- 138) Node-RED.
- 139) Scada.
- 140) OpenHAB.
- 141) Node.js
- 142) RabbitMQ.
- 143) Eclipse Mosquito.
- 144) LoRa.
- 145) Message Queue Telemetry Transport (MQTT).
- 146) Mosquitto.
- 147) Random Phase Multiple Access (RPMA).
- 148) OMA LWM2M.
- 149) PalmNET.
- 150) Zigbee2Mqtt.
- 151) SublimeText.
- 152) Unidad Terminal Remota (RTU).
- 153) WBSN 2450.
- 154) E3IOT.
- 155) M66DS.
- 156) Sensor de temperatura sumergible ds18b20.
- 157) Sensor de temperatura y humedad si7021.
- 158) Sensor de temperatura y humedad pt100.
- 159) Sensor de temperatura lm35.
- 160) Sensor de sonido lm393.
- 161) Anemómetro.
- 162) Sensor de luminosidad bh1750.
- 163) Sensor de humedad vh400.
- 164) Sensor de presión barométrica bmp180.
- 165) Sensor de presión barométrica bmp280.
- 166) Sensor de temperatura y humedad sht11.
- 167) Sensor de temperatura y humedad sht15.
- 168) Sensor de temperatura y humedad sht10.
- 169) Sensor de temperatura tmp102.
- 170) Sensor de temperatura dht22.
- 171) Sensor de humedad bme280.
- 172) Sensor de luminosidad tsl2561.
- 173) Acelerómetro lis331hh.
- 174) ATmega328P.
- 175) Microcontrolador Pic 18F4550.
- 176) AD844.
- 177) RN2903.
- 178) ESP32.
- 179) Raspberry Pi.
- 180) MSP.430.
- 181) Json.
- 182) Xbee.
- 183) Nodemcu esp8266.
- 184) SparkFun rfm69.
- 185) Sim900.

- | | | | |
|------|--|------|------------------------------|
| 186) | ATMEGA2560. | 210) | Hadoop. |
| 187) | BiCMOS. | 211) | Apache Spark. |
| 188) | CAN. | 212) | Lucene. |
| 189) | L2C. | 213) | Jupyter. |
| 190) | Data Distribution
Service (DDS). | 214) | Apache Kafka. |
| 191) | Serial Peripheral
Interface (SPI). | 215) | ElasticSearch. |
| 192) | CoAP. | 216) | Kibana. |
| 193) | NoCAN. | 217) | LogStash. |
| 194) | Universal Asynchronous
Receiver-Transmitter (UART). | 218) | Azure. |
| 195) | Extensible Messaging
and Presence Protocol
(XMPP). | 219) | GitHub. |
| 196) | EtherCAT. | 220) | SourceForge. |
| 197) | OPC UA. | 221) | AWS IoT Platform. |
| 198) | ARMv6. | 222) | Bitbucket. |
| 199) | FI-WARE. | 223) | IBM Watson IoT
Platform. |
| 200) | DNS-SD. | 224) | Google Cloud IoT. |
| 201) | ETSI M2M. | 225) | Thingspeak IoT
Platform. |
| 202) | Armhf. | 226) | Cisco IoT Cloud
Connect. |
| 203) | IoT ARM. | 227) | Kaa IoT Platform. |
| 204) | Sensor de humedad
hs1101. | 228) | Amazon EC2. |
| 205) | UC20. | 229) | GitLab |
| 206) | Snesor de temperatura
y humedad sht72. | 230) | Gitea. |
| 207) | Sensor de imagen
pixy2. | 231) | Blynk. |
| 208) | Basys 2. | 232) | Salesforce IoT Cloud. |
| 209) | Redis. | 233) | Thingworx 8 IoT
Platform. |
| | | 234) | Oracle IoT Platform. |
| | | 235) | GNU Savannah. |
| | | 236) | SORL. |

Este mapa de ruta tecnológica como es mencionado anteriormente consta de cuatro sectores y ocho capas donde fueron posicionadas las tecnologías, las cuáles fueron ordenadas en dirección a las manecillas del reloj, siguiendo el modelo de capas propuesto por el proyecto FARMIA, también adscrito al proyecto AGRIOT.

El sistema de evaluación desarrollado con los datos encontrados en artículos científicos permitió el cálculo del tamaño de cada clúster y la posición en el mapa (su distancia desde el centro). La capa era determinada manualmente siguiendo la clasificación tecnológica previamente realizada, a cada segmento se le asignó una letra para identificar en qué etapa quedan posicionadas las tecnologías evaluadas; sector A: Potencial futuro; sector B: Aplicable con fuertes limitaciones; sector C: Aplicable con limitaciones de infraestructura o solo alguna limitación contemplada; sector D: Próxima a aplicación o ya se encuentra aplicada.

El total de tecnologías evaluadas y posicionadas en el mapa es de doscientos treinta y seis (236), al ser un tamaño relativamente grande, se fijó un número por clúster, de esta manera se evitó colocar directamente el nombre de cada tecnología en el mapa, evitando una aglomeración y posible desorden y permitiendo a su vez la identificación para el análisis de estas de una manera más sencilla. Como ya se explicó antelación, se empleó la arquitectura FARMIA, la cuál es una propuesta de arquitectura IoT para soluciones de agricultura en pequeña escala. Las tecnologías clusterizadas fueron clasificadas en cada una de esas capas, y se les definió un color característico para facilitar su visualización y evidenciar a que capa pertenecían.

Por último como se puede observar en el mapa cada clúster tiene un contorno de color ya sea verde, amarillo o rojo, se tomó una referencia tipo semáforo para representar la viabilidad e implementación de la tecnologías, anexado a este documento y en una tabla anterior de ejemplo, se puede evidenciar que estas tecnologías también se clasificaron por año, se determinó el color verde como lo óptimo, rojo lo no óptimo y el amarillo un punto medio, las tecnologías que están por debajo del 2010 fueron rodeadas con un franja roja, el rango del 2010 al 2017 se le asignó el color amarillo y por último, las tecnologías que iban del 2017 hasta el 2020 fueron asignadas al color verde, permitiendo así, no solo observar el tamaño del clúster (tamaño designado según cantidad de artículos encontrados en los repositorios) sino a su vez la viabilidad de estas y a que capa pertenecen. Todo esto teniendo en cuenta que el contexto al que se evaluó es el departamento de Santander.

CONCLUSIONES

En el desarrollo del mapa de ruta tecnológica para tecnologías de monitoreo del clima IOT en agricultura, se pudo evidenciar:

1. La mayor cantidad de tecnologías (alrededor del 88%) se encuentran en el sector **A** como potencial futuro. Este comportamiento puede entenderse al establecer la poca investigación tecnológica por parte de empresas dedicadas al desarrollo de tecnología alrededor de esta temática en Colombia, y más aún en Santander, donde la poca información encontrada está a nivel universitario.
2. Cuando se generó una revisión de patentes, se encontró que los principales productores tecnológicos pertenecían a Trimble Inc., Farmers Edge Inc, Deere and Company, Raven Industries, Agjunction, Dickey John, AGCO Corporation. A nivel de Latinoamérica se destaca Scicrop, de Brasil. Al ser valoradas se llega a la conclusión de que esas tecnologías no pueden ser empleadas en el contexto colombiano, por el cuál son descartadas.

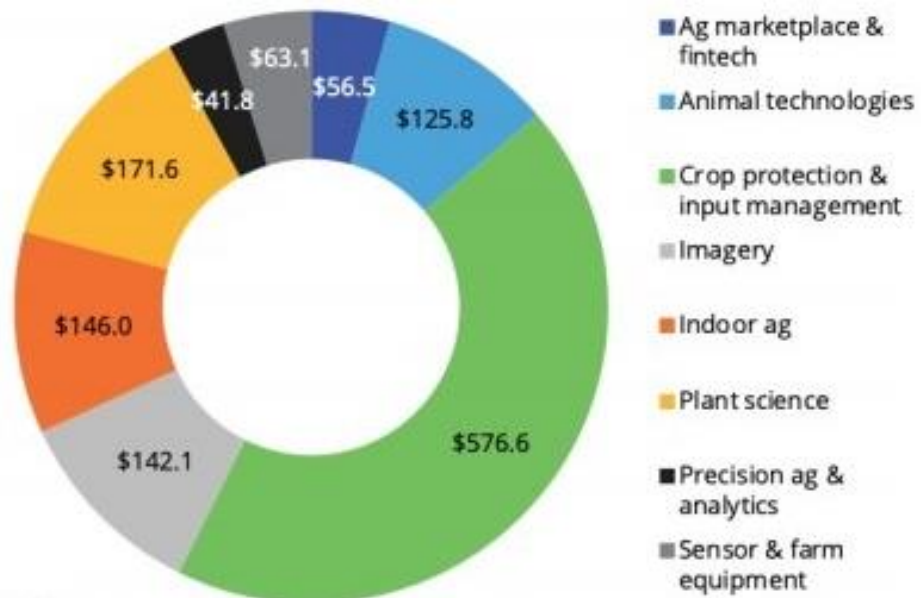


Ilustración 13 Principales desarrollos en agricultura inteligente. Fuente: PitchBook. Cortesía: AGRIOT.

3. En el estudio de vigilancia tecnológica, se observa la adopción de tecnologías en el sector agrícola a nivel de la ALC (Latinoamérica y el Caribe) una inclinación hacia sensores remotos y geolocalización, mientras que inteligencia artificial, Big Data, Blockchain y robótica aún se encuentran en etapas tempranas de desarrollo. Aunque IoT se encuentra en desarrollo al entenderse la necesidad de aumentar la producción y por ende participar en mercados nacionales e internacionales, la limitada cobertura de internet en zonas rurales y alejadas de los cascos urbanos funciona como una fuerte restricción para la implementación tecnológica.
4. Se debe fortalecer la implementación de este tipo de metodologías ya que, gracias a un mapa de ruta tecnológica, se pueden evaluar diversos factores que a simple vista no se contemplan, ya que esta herramienta puede abarcar infinidad de temas y dar solución a problemas de cualquier y de esta manera disminuir los riesgos a la hora de tomar decisiones.

TRABAJO A FUTURO

Con base al proceso realizado y a las conclusiones presentadas en el presente trabajo, a manera de recomendación se propone:

1. Desarrollar una estrategia de Webscrapping, que permita la captura documental en repositorios académicos universitarios, con el fin de lograr una adquisición de artículos mejor y más completa.
2. Desarrollar una herramienta (posiblemente en HTML5), que grafique, según los datos obtenidos por el sistema de evaluación, la posición de los clústeres y su tamaño de manera automatizada.
3. Reforzar el proceso de vigilancia tecnológica, refiriéndose en la adquisición y transformación automatizada de las patentes adquiridas a fin de obtener unos resultados más cercanos a las necesidades del contexto planteado.
4. Realizar un Webscrapping de tecnologías IoT enfocadas en tecnologías puntuales, que realice una detección y extracción de páginas web a fin de complementar el estudio de vigilancia tecnológica.

BIBLIOGRAFÍA

- Barrio, M. (2018). *Internet de las cosas*. https://www.editorialreus.es/static/pdf/primeraspaginas_9788429020380_internetdelascosas.pdf
- CRRH, C. R. de R. H. (2020). *Monitoreo Satelital Meteorológico Apoyado por la NASA*. <https://centroclima.org/powered-by-nasa/>
- Desarrollo, P. de. (2020). *Todo sobre las placas de desarrollo para IoT*. <https://www.placasdedesarrollo.com>
- DINERO. (2019). *Presupuesto para el agro cae 20% en 2020*. <https://www.dinero.com/empresas/confidencias-on-line/articulo/esto-cayo-el-presupuesto-para-el-agro-en-colombia/275521>
- Envira. (2019). *¿Cuáles son las funciones de los sensores que incorporan los objetos con tecnología IoT?* <https://enviraiot.es/funciones-sensores-iot-cuales-son/>
- FAO, O. de la N. U. para la A. y la A., FIDA, F. I. de D. A., UNICEF, F. de las N. U. para la I. o U., WFP, P. M. de A., & OMS, O. M. de la S. (2019). *El Estado de la Seguridad Alimentaria y la Nutrición en el Mundo*. <http://www.fao.org/3/ca5162es/ca5162es.pdf>
- FAO, O. de las N. U. para la A. y la A. (2017). *El Estado Mundial de la Agricultura y la Alimentación*. <https://doi.org/0251-1371>
- FAO, O. de las N. U. para la A. y la A. (2018). *The Future of Food and Agriculture*. <https://doi.org/10.19088/1968-2019.117>
- FAO, O. de las N. U. para la A. y la A. (2020). *Preguntas frecuentes: pandemia del COVID-19, su impacto en la alimentación y la agricultura*. <http://www.fao.org/2019-ncov/q-and-a/impact-on-food-and-agriculture/es/>
- FERNANDEZ, M. E., FONADE, F. F. de P. de D., BID, B. I. de D., & IDEAM, Instituto de Hidrología, M. y E. A. (2013). Efectos del cambio climático en el rendimiento de tres cultivos mediante el uso del Modelo AquaCrop. *Evaluación Del Riesgo Agroclimático Por Sectores*. <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21138/Efectos+del+Cambio+Climatico+en+la+agricultura.pdf/3b209fae-f078-4823-afa0-1679224a5e85>
- Ferragut, T. R., Harrington, D., & Brink, M. (2005). *Long-Term Plan for Concrete Pavement Research and Technology — The Concrete Pavement Road Map: Volume I, Background and Summary*. <https://www.fhwa.dot.gov/publications/research/infrastructure/pavements/pccp/05052/05052.pdf>
- HERNÁNDEZ, I. (2019). *Alistan proyecto que reemplazará a los kioscos “Vive Digital.”* RCN. <https://www.rcnradio.com/tecnologia/alistan-proyecto-que-reemplazara-los-kioskos-vive-digital>
- IDEAM, I. de H. M. y E. A. (2005). Atlas Climatológico de Colombia Parte I Aspectos Nacionales. *Atlas Climatológico de Colombia*, 18. <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/019711/019711.htm>
- IDEAM, I. de H. M. y E. A. (2020). *METEOROLOGÍA AGRÍCOLA*. <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/meteorologia-agricola>
- Itop, M. C. (2020). *IoT: ¿Cuáles son sus componentes principales?* <https://www.itop.es/blog/item/iot-cuales-son-sus-componentes-principales-y-aplicaciones.html>
- Kappel, T. A. (2001). Perspectives on roadmaps: How organizations talk about the future.

- In *Journal of Product Innovation Management* (Vol. 18, Issue 1, pp. 39–50).
[https://doi.org/10.1016/S0737-6782\(00\)00066-7](https://doi.org/10.1016/S0737-6782(00)00066-7)
- Kostoff, R. N., & Schaller, R. R. (2001). Science and technology roadmaps. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 48(2), 132–143.
<https://doi.org/10.1109/17.922473>
- Meteocultura. (2019). ¿QUÉ ES UNA ESTACIÓN METEOROLÓGICA?
<https://estaciondemeteorologia.com/que-es-una-estacion-meteorologica/>
- MINCIENCIAS, Ministerio de Ciencia, T. e I., MINAGRICULTURA, M. de A. y D. R., CORPOICA, C. C. de I. A., DAI, Departamento de Institucional, A., SNCTA, O. del S. N. de C. y T. A., & Uribe Galvis, C. P. (2016). *PECTIA Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sector Agropecuario en Colombia*.
<https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/noticias/pectia-2017-actualizado.pdf>
- MINTIC, M. de las T. de la I. y la C. (2014). *El Ministro TIC Diego Molano presentó “Plan Vive Digital 2014-2018” en la OEA*. <https://www.mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-Prensa/Noticias/6623:El-Ministro-TIC-Diego-Molano-presento-Plan-Vive-Digital-2014-2018-en-la-OEA>
- Möhrle, M. G., & Isenmann, R. (2008). From Technology Roadmapping to Operational Innovation Planning. *Editorial*, 4(2), 131–134.
 c:%5CUsers%5Cok%5CDocuments%5CCitavi 5%5CProjects%5CCitavi Attachments%5CMöhrle, Isenmann 2008 - From Technology Roadmapping to Operational.pdf
- MUNDIAL, B. (2019). *Crecimiento del PIB (% anual) - Colombia*.
<https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.MKTP.KD.ZG?end=2018&location=s=CO&start=1999>
- Múnera, D. D. (2014). *Proceso para la Elaboración de Mapas de Rutas Tecnológicas en el Área de Investigación y Desarrollo de la Empresa Argos [EAFIT]*.
<https://repository.eafit.edu.co/handle/10784/5112>
- PIARC. (2020). *MONITOREO DEL CLIMA*. [https://rno-its.piarc.org/es/monitoreo-de-la-red-tecnologias-de-monitoreo-contexto-para-el-monitoreo-de-la-red/monitoreo-del-clima#:~:text=El monitoreo de las condiciones climáticas consiste en la medición,meteorológica recibida de múltiples fuentes](https://rno-its.piarc.org/es/monitoreo-de-la-red-tecnologias-de-monitoreo-contexto-para-el-monitoreo-de-la-red/monitoreo-del-clima#:~:text=El%20monitoreo%20de%20las%20condiciones%20climáticas%20consiste%20en%20la%20medición,meteorológica%20recibida%20de%20múltiples%20fuentes)
- Rinne, M. (2004). Technology roadmaps: Infrastructure for innovation. *Technological Forecasting and Social Change*, 71(1–2), 67–80.
<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2003.10.002>
- Secmotic, P. I., & Cárdenas, A. (2016). *¿Qué es una plataforma IoT?*
[https://secmotic.com/plataforma-iot/#:~:text=Una plataforma IoT es la,se genere un ecosistema propio.&text=Adem](https://secmotic.com/plataforma-iot/#:~:text=Una%20plataforma%20IoT%20es%20la,se%20genere%20un%20ecosistema%20propio.&text=Adem)
- Signals IoT. (2020). *Los diez protocolos más importantes utilizados para IoT*.
<https://signalsiot.com/los-diez-protocolos-mas-importantes-utilizados-para-iot/>
- UNDP, P. de las N. U. para el D. (2013). *Objetivos de Desarrollo Sostenible, Objetivo 2: Hambre Cero*. <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/goal-2-zero-hunger.html>