



ANÁLISIS COMPARATIVO DE PLATAFORMAS CLOUD CON SOPORTE
ORIENTADO A SERVICIOS DE INTERNET DE LAS COSAS

HAROLD DANIEL MORÁN AMÓRTEGUI
KILIAN HUERTAS MARTINEZ

UNIVERSIDAD CATOLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA DE SISTEMAS
BOGOTA D.C
2017

ANÁLISIS COMPARATIVO DE PLATAFORMAS CLOUD CON SOPORTE
ORIENTADO A SERVICIOS DE INTERNET DE LAS COSAS

Harold Daniel Morán Amórtegui
Kilian Huertas Martinez

Trabajo de Grado de Investigación Tecnológica

CARLOS ANDRÉS LOZANO
INGENIERO DE SISTEMAS
ASESOR DE TRABAJO DE GRADO

UNIVERSIDAD CATOLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA DE SISTEMAS
BOGOTA D.C

2017

2



Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

La presente obra está bajo una licencia:
Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

Para leer el texto completo de la licencia, visita:
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/co/>

Usted es libre de:



Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra
hacer obras derivadas

Bajo las condiciones siguientes:



Atribución — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).



No Comercial — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.

Nota de Aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Bogotá, 26 de Septiembre de 2017

AGRADECIMIENTOS

Dedicamos la elaboración de este documento a Dios que nos ha dado la vida, la capacidad y sabiduría para estudiar esta carrera por la cual nos sentimos orgullosos de desempeñar, en segunda instancia agradecemos a nuestros padres el apoyo constante y la confianza depositada en nosotros ya que nos impulsaron día a día y guiaron en este proceso el cual ya estamos finalizando, a nuestros abuelos de igual forma que son la motivación de cualquier familia y el ejemplo de que ser una persona encaminada por un buen camino es la mejor forma de desarrollarnos como ciudadanos.

A todos aquellos amigos que estuvieron en esta linda etapa de estudios, a los compañeros con los que intercambiamos conocimientos y formaron parte de esta experiencia, agradecemos a aquellos docentes encargados de nuestro aprendizaje y formación académica.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	16
1. GENERALIDADES	18
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
1.1.1 Descripción del problema.	18
1.1.2 Formulación del Problema.	19
1.2 OBJETIVOS	20
1.2.1 Objetivo General.	20
1.2.2 Objetivos Específicos.	20
1.3 JUSTIFICACIÓN	20
1.4 MARCO REFERENCIAL	21
1.4.1 Marco Lógico.	21
1.4.1.1 Análisis de Interesados.	21
1.4.1.2 Análisis de Problemas.	22
1.4.1.3 Análisis de Objetivos.	23
1.4.1.4 Matriz de Alternativas.	23
1.4.1.5 Matriz de Marco Lógico	25
1.4.2 Marco Teórico	26
1.5 PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO	37
2. APLICACIÓN IoT	38
2.1. REQUERIMIENTOS PARA IMPLEMENTAR LA APLICACIÓN IOT	43
2.1.2. Placa Arduino UNO R3	43
2.1.3. Sensor de Temperatura y Humedad DHT11	45
2.2. SERVICIOS CLOUD DE AMAZON Y AZURE	51
2.2.1. Arquitectura de Componentes Amazon	51
2.2.2. Implementación en Amazon AWS IoT	52
2.2.3. Arquitectura de Componentes Azure	57
2.2.4. Implementación en Azure IoT	58
3. AMAZON VS AZURE	66
3.1 RESULTADOS AZURE	66
3.2 RESULTADOS AMAZON	68

3.3 COMPARATIVO DE RESULTADOS	70
4. DISEÑO MANUALES DE LABORATORIO	71
4.1 Evaluación eficacia y viabilidad de los manuales de laboratorio	71
4.1.1 Eficacia Manuales de laboratorio	71
4.1.1.1 Eficacia manual Arduino	72
4.1.1.2 Eficacia manual Azure	73
4.1.1.2 Eficacia manual Amazon	74
4.1.2 Viabilidad de la implementación	75
4.1.2.1 Resultado de viabilidad	76
5. CONCLUSIONES	77
6. RECOMENDACIONES	78
Bibliografía	79

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. CRECIMIENTO Y PROYECCIÓN DE IOT (GARTNER, 2017)	18
TABLA 2. MATRIZ DE INTERESADOS EN LA PROPUESTA DE PROYECTO	21
TABLA 3. ALTERNATIVAS A LA PROBLEMÁTICA PLANTEADA.	24
TABLA 4. CALIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS DE POSIBLES SOLUCIONES POR CRITERIOS	25
TABLA 5. MARCO LÓGICO	25
TABLA 6. MANUAL DE MANEJO DE POLLOS DE ENGORDE ROSS (ROSS, 2014)	39
TABLA 7. RELACIÓN HUMEDAD Y TEMPERATURA EN MANEJO DE POLLOS DE ENGORDE ROSS	41
TABLA 8. SENSOR DHT11 DE TEMPERATURA Y HUMEDAD (D-ROBOTICS UK, 2010)	42
TABLA 9. TABLA DE CALIFICACIÓN RESULTADOS	66
TABLA 10. TABLA DE EVALUACIÓN RESULTADOS AZURE	67
TABLA 11. TABLA DE EVALUACIÓN RESULTADOS AMAZON	69

LISTA DE GRÁFICAS

GRÁFICA 1. CRECIMIENTO Y PROYECCIÓN DEL TRÁFICO DE DATOS CLOUD (CISCO, 2016)	19
GRÁFICA 2. ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA DESDE LA PERSPECTIVA DE IOT.	22
GRÁFICA 3. ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA DESDE LA PERSPECTIVA CLOUD	22
GRÁFICA 4. ANÁLISIS ESTRATÉGICO DE LOS OBJETIVOS DE PROYECTO	23
GRÁFICA 5. APLICACIÓN DE IOT EN VEHÍCULOS (EDRIEL, 2017)	27
GRÁFICA 6. LOS SERES HUMANOS CONVIERTEN LOS DATOS EN SABIDURÍA	28
GRÁFICA 7. WEB OF THINGS (GUINARD, 2016)	31
GRÁFICA 8. COMUNICACIÓN DE DISPOSITIVOS AWS (AMAZON WEB SERVICES, 2017)	37
GRÁFICA 9. PLACA ARDUINO UNO (MCI ELECTRONICS , S.F.)	44
GRÁFICA 10. SENSOR DHT11	45
GRÁFICA 11. CIRCUITO SENSOR DHT11 Y ARDUINO (PROMETEC, S.F.)	46
GRÁFICA 12. CONEXIÓN SENSOR DHT11 Y ARDUINO UNO	46
GRÁFICA 13. CÓDIGO CONFIGURACIÓN DHT11 EN ARDUINO MAIN	47
GRÁFICA 14. CÓDIGO CONFIGURACIÓN DHT11 EN ARDUINO BODY	48
GRÁFICA 15. LIBRERÍA RXTX JAVA	49
GRÁFICA 16. VARIABLES FUNCIÓN DE ESCRIBIR Y LEER	49
GRÁFICA 17. FUNCIÓN ESCRIBIR Y LEER JAVA	50
GRÁFICA 18. PETICIÓN HTTP SERVIDOR CLOUD	50
GRÁFICA 19. PETICIÓN HTTP SERVIDOR CLOUD	51
GRÁFICA 20. ARQUITECTURA COMPONENTES AMAZON	52
GRÁFICA 21. CREAR O INICIAR SESIÓN EN AMAZON	52
GRÁFICA 22. CREACIÓN DE TABLAS DYNAMODB	53
GRÁFICA 23. TABLA DE DATOS DYNAMODB	53
GRÁFICA 24. TABLA DE DATOS DYNAMODB	54
GRÁFICA 25. TABLA DE DATOS DYNAMODB	54
GRÁFICA 26. TABLA DE DATOS DYNAMODB	55
GRÁFICA 27. VALIDACIÓN CREDENCIALES AMAZON EN JAVA	56
GRÁFICA 28. ADMINISTRAR DYNAMODB EN JAVA	57
GRÁFICA 29. ARQUITECTURA COMPONENTES AMAZON	58
GRÁFICA 30. SESIÓN EN AZURE	58
GRÁFICA 31. SERVICIOS AZURE	59
GRÁFICA 32. GRUPO RECURSOS AZURE	59
GRÁFICA 33. SQL SERVER AZURE	60
GRÁFICA 34. SQL DATABASE AMAZON	60
GRÁFICA 35. SQL DATABASE AMAZON DETAILS	61
GRÁFICA 36. CREAR TABLAS SQL DATABASE AZURE	61
GRÁFICA 37. FILTRO ACCESO IP AZURE	62
GRÁFICA 38. EDITOR TABLAS AZURE	62
GRÁFICA 39. EDITOR TABLAS AZURE	63
GRÁFICA 41. CREAR BASE DE DATOS	63

GRÁFICA 42. CONEXIÓN A SQL SERVER CON PHP	64
GRÁFICA 43. ARCHIVO DE CONEXIÓN FTP	64
GRÁFICA 44. CONFIGURACIÓN FTP	65
GRÁFICA 45. TIEMPO DE RESPUESTA AZURE	66
GRÁFICA 46. TIEMPO DE RESPUESTA AMAZON	68
GRÁFICA 47. TIEMPO DE RESPUESTA PROMEDIO COMPARATIVO	70
GRÁFICA 48. EVALUACIÓN FORMATO MANUAL ARDUINO	72
GRÁFICA 49. EVALUACIÓN CONTENIDO MANUAL ARDUINO	73
GRÁFICA 50. EVALUACIÓN FORMATO MANUAL AZURE	73
GRÁFICA 51. EVALUACIÓN CONTENIDO MANUAL AZURE	74
GRÁFICA 52. EVALUACIÓN FORMATO MANUAL AMAZON	74
GRÁFICA 53. EVALUACIÓN CONTENIDO MANUAL AMAZON	75
GRÁFICA 54. VIABILIDAD DE LA PROPUESTA DEL PROYECTO	76

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Manual Java, Arduino y DHT11

Anexo 2. Manual IoT con Amazon

Anexo 3. Manual IoT con Azure

GLOSARIO

Computación en la nube - (Cloud Computing): Un modelo que entrega los recursos de computación en el que varios servidores, aplicaciones, datos y otros recursos se integran y se proporcionan como un servicio a través de Internet. Los recursos son a menudo virtualizados¹.

Internet de las cosas (IOT): Hace referencia a una serie de objetos interconectados entre sí mediante internet, cada objeto se puede identificar mediante la IP y sus características².

IPv4: Es un protocolo muy común usado en internet el cuál se usa como método de identificación que se utiliza en la red para la comunicación entre dispositivos. Este sistema asigna una serie de cuatro números entre 0 y 255 a cada dispositivo. IPv4 soporta 4.000 millones de direcciones web, pero una red como Internet necesita un espacio mucho más grande es por esto que se está usando el protocolo IPV6³.

IPv6: Abreviatura de "Versión 6 del Protocolo de Internet". Es un protocolo de Internet de última generación que fue diseñado por la necesidad de expandir el protocolo IPV4 por su limitado soporte⁴.

Nube: Cuando se hace referencia a la nube, se está aludiendo a un término con algunos años de historia y que es una forma metafórica de nombrar a Internet. Básicamente la computación en la nube consiste en los servicios ofrecidos a través de la red tales como correo electrónico, almacenamiento, uso de aplicaciones, etc., los cuales son normalmente accesibles mediante un navegador web. Al utilizar estos servicios, la información utilizada y almacenada, así como la mayoría de las aplicaciones requeridas, son procesados y ejecutados por un servidor en Internet⁵.

Nube de Ruptura: Se refiere a una configuración de contingencia que se establece entre una nube privada y una nube pública. Si se usa toda la capacidad de la nube privada, entonces el tráfico de desbordamiento se redirige a la nube pública utilizando nube de ruptura⁶. (Anónimo, Private Cloud Solution, 2017)

¹ Microsoft. Microsoft Azure Términos de Computación en la nube. {En línea}. {6 enero 2017}. Disponible en: <https://azure.microsoft.com/en-us/solutions/iot-suite/#documentation>

² Maroto, Paco. Introducción a la Internet de las Cosas IoT Blog. {En línea}. {5 octubre 2016}. Disponible en: <https://pacomaroto.wordpress.com/about/introduccion-a-la-internet-de-las-cosas/>.

³ Evans, D. The Internet of Things How the Next Evolution of the Internet Is Changing Everything. En: Cisco Internet Business Solutions Group IBSG. (2011)

⁴ Google. Google IPv6. {En línea}. {5 octubre 2016}. Disponible en: <http://www.google.com/intl/es/ipv6/faq.html>

⁵ Ávila, O. Computación en la nube. En: Contactos 80. (2011); p. 45-52.

⁶ Anónimo. Private Cloud Solution. {En línea}. {10 Noviembre 2016}. Disponible en: <http://newscloud-solution.info/private-cloud-solution/>

Inteligencia de negocios (BI): Hace referencia a herramientas que procesan grandes cantidades de datos no estructurados en libros, revistas, documentos, registros de salud, imágenes, archivos, correo electrónico, vídeo, etc., para ayudar a descubrir las tendencias significativas e identificar nuevas oportunidades de negocio con base a ellas⁷.

Almacenamiento en la nube: Una opción que tienen usuarios de internet con el fin de guardar datos mediante transferencia a través de Internet u otra red a un sistema de almacenamiento externo mantenido generalmente por un tercero que ofrece este servicio⁸.

Redes informáticas: Grupos de equipos conectados mediante la red en la que actúan juntos para realizar tareas que exigen muchos recursos computacionales, tales como el análisis de grandes conjuntos de datos y modelado de tiempo. Mediante la computación en nube se permite realizar esos montajes y utilizar grandes redes de ordenadores por períodos de tiempo específicos y propósitos, pagando sólo por su uso, y el ahorro de tiempo y costes de compra y el despliegue de los recursos necesarios por sí mismo⁹.

Nube Híbrida: Una nube que combina las nubes públicas y privadas, unidas entre sí por una tecnología que permite que los datos y las aplicaciones se compartan entre ellos. Una nube híbrida ofrece a usuarios una mayor flexibilidad para aplicar modelos de escalabilidad y más opciones de implementación para sus aplicaciones¹⁰.

Microsoft Azure: La plataforma de nube de Microsoft, una colección cada vez mayor de servicios integrados, incluida la infraestructura como servicio (IaaS) y Plataforma como servicio (PaaS)¹¹.

Middleware: El software que se encuentra entre un sistema operativo y las aplicaciones que se ejecutan en él. Permite la comunicación y gestión de datos para aplicaciones distribuidas, como las aplicaciones basadas en la nube, por lo que, por ejemplo, los datos en una base de datos se pueden acceder a través de otra base

⁷ Cano, J. Business intelligence: Competir con información. Big House. 2016. 5p.

⁸ Community Foundation International. Informática Básica - Almacenamiento en la nube. {En línea}. {10 Noviembre 2016}. Disponible En: http://www.gcfaprendelibre.org/tecnologia/curso/informatica_basica/aplicaciones_web_y_todo_acerca_de_la_nube/3.do.

⁹ Monar, W. Aplicación de las Redes Neuronales al Reconocimiento de Objetos en Robots Manipuladores. {En línea}. {10 Noviembre 2016}.

¹⁰ Canal Comstor. Nube pública, privada o híbrida: ¿cuál es la mejor para tu empresa?. {En línea}. {11 Noviembre 2016}. Disponible En: <http://blogmexico.comstor.com/nube-publica-privada-o-hibrida-%C2%BFcual-es-la-mejor-para-tu-empresa>

¹¹ Microsoft. ¿Qué es Azure? El mejor servicio en la nube de Microsoft. {En línea}. {20 Enero 2017}. Disponible En: <https://azure.microsoft.com/es-es/overview/what-is-azure/>.

de datos. Ejemplos de middleware son servidores web, servidores de aplicaciones y sistemas de gestión de contenidos¹².

Máquina Virtual: Un archivo de ordenador (normalmente denominada imagen) que se comporta como un equipo real. Se pueden ejecutar simultáneamente múltiples máquinas virtuales en un solo ordenador¹³.

FTP: (File Transfer Protocol, Protocolo de Transferencia de Archivos) Es un servicio de Internet que permite transferir archivos en modo de carga o descarga entre computadoras conectadas a Internet. Método por el cual la mayoría del software de Internet es distribuido¹⁴.

MQTT: (Message Queue Telemetry Transport), un protocolo usado para la comunicación machine-to-machine (M2M) en el "Internet of Things". Este protocolo está orientado a la comunicación de sensores, debido a que consume muy poco ancho de banda y puede ser utilizado en la mayoría de los dispositivos empotrados con pocos recursos (Memorias RAM, CPU...etc.)¹⁵.

FULL DUPLEX: Característica de un medio de comunicación por el que se pueden enviar y recibir datos simultáneamente¹⁶.

TI: Tecnologías de la Información. Agrupación de elementos y técnicas usadas en el tratamiento y transmisión de la información. Comprende la tecnología relacionada con las Telecomunicaciones, Internet y la informática en general. También denominadas TIC (Tecnologías de la Información y las Comunicaciones)¹⁷.

¹² Lafuente, A. Introducción a los sistemas distribuidos.

¹³ Pérez Maya, Norma. Tecnologías de la información y comunicación. Universidad Tecnológica del valle de Toluca (2017)

¹⁴ CCM Benchmark. CCM. {En línea}. {10 Febrero 2017}. Disponible En: <http://es.ccm.net/contents/263-protocolo-ftp-protocolo-de-transferencia-de-archivos>

¹⁵ MQTT. MQTT. {En línea}. {10 Noviembre 2016}. Disponible En: <http://mqtt.org/>

¹⁶ Anónimo. Universidad del Rosario. {10 Enero 2017}. Disponible En: http://www.uv.es/rosado/courses/sid/Capitulo3_rev0.pdf.

¹⁷ BarcelonaTech, Universitat Politècnica de Catalunya. Centro de innovación y tecnología {11 Enero 2017}. Disponible En: http://cit.upc.edu/es/tecnologias/tecnologia/7/tecnologias_de_la_informacion_y_de_las_comunicaciones_tic.

RESUMEN

En este proyecto de grado se realiza un estudio sobre la infraestructura requerida para poder implementar aplicaciones del internet de las cosas (IoT) y su nivel de complejidad, ya que actualmente las universidades y los estudiantes no incursionan mucho en este mundo ya sea por desconocimiento técnico de las implementaciones o porque suele tener un costo relativamente alto con respecto a muchas herramientas que son de uso libre. Para ayudar a los estudiantes y docentes a iniciar con este tipo de tecnología, el proyecto se enfocará en el tipo de infraestructura a modelos cloud ofrecidos en la actualidad como solución eficiente al manejo y almacenamiento de información en la industria TI. Se plantea el uso de dos de los proveedores cloud más conocidos en la actualidad como lo son Microsoft y Amazon, donde se realiza un análisis de eficiencia para ambos casos dando criterios de selección a los ingenieros que quieran implementar aplicaciones de IoT y no tengan un criterio de selección al proveedor que cumpla con las expectativas de sus requerimientos.

Para cumplir el objetivo se investigó sobre la aplicabilidad de IoT en algunos ámbitos de la actualidad, de esta forma se escogió una aplicación que mide la temperatura y la humedad en un ambiente de crianza animal, se aplicarán las implementaciones de forma individual en los distintos proveedores de infraestructura, al final dieron como resultado la adquisición de conocimiento en cómo implementar IoT y sus opciones recomendadas según el estudio, se enfatiza en esta tecnología ya que es una marcada tendencia que viene tomando fuerza desde los últimos años.

La puesta en marcha del proyecto dio como resultado un informe basado en estadísticas sobre la eficiencia del funcionamiento con cada proveedor de servicio cloud, fue sometido a un análisis para establecer ventajas y desventajas al momento de usar las diferentes plataformas cloud y al momento de seleccionar el proveedor, así orientar a las personas que incursionen con mayor seguridad en el mundo de TI del futuro inminente que trae consigo una infinidad de aplicaciones y diversos campos de acción, adicionalmente se creó una guía para dar soporte a las implementaciones que se requieran hacer.

PALABRAS CLAVE: Internet de las cosas, Soporte Cloud, Almacenamiento Cloud.

INTRODUCCIÓN

La computación en la nube se ha convertido en una tendencia tecnológica significativa, muchos estudios sugieren que se adaptarán procesos de soporte tecnológico para muchas áreas del ámbito del día a día de las personas, como lo son un simple monitoreo de las luces del hogar hasta manejar procesos metropolitanos como regular y optimizar el tráfico en base a sensores que miden la cantidad de autos esperando en un semáforo, por ejemplo.

Al hablar de estos procesos se debe tener en cuenta que refiriéndose a las tareas de la población humana la cantidad de datos manejados es gigante y que es muy importante tener en cuenta que para manejar tantas aplicaciones de datos es requerido un modelo de infraestructura rápido y confiable, por esto nos enfocaremos en una tecnología con gran fuerza en la actualidad como lo es la computación en la nube. La nube brinda versatilidad y facilidad de uso, por esto en los últimos años se ha posicionado como uno de los servicios preferidos por usuarios y empresas del sector tecnológico.

Los usuarios de la nube la alimentan con información y datos, utilizando una variedad de dispositivos como computadoras de escritorio, computadoras portátiles, teléfonos inteligentes, tabletas y diferentes dispositivos digitales con los que es posible capturar y compartir dichos datos, por esto se conoce internet como la mayor fuente de información actual. Esta nueva tendencia de intercomunicaciones en entornos virtuales habla de que son millones de usuarios los que cada minuto están generando tráfico en la web, lo que implica un uso constante de espacio y tiempo, esto genera una necesitada y constante transformación de la información, allí la importancia del adecuado uso y manejo de la misma para evitar pasar los límites de lo privado y así usar con audacia los datos que existen en la red como propuestas de mejoras y optimización de labores diarias del ser humano.

Enfocándose en la infraestructura técnica requerida para una implementación de esta proporción, se conoce que existen diferentes proveedores de servicios en la nube; sin embargo, se trabajará en dos de ellos, Azure de Microsoft y AWS de Amazon. Estos son de los servicios más usados gracias a su amplio portafolio, desde la interoperabilidad entre diferentes lenguajes de desarrollo garantizando adaptarse a las necesidades de sus clientes hasta el común servicio de custodia de información. El objetivo de este proyecto se enfoca en realizar un estudio práctico que permita identificar cuál de los dos servicios anteriores cumple con mayor eficiencia al momento de implementar una aplicación orientada a IoT (Internet of things) o dar un criterio de selección de la infraestructura de acuerdo al proyecto que se requiera implementar.

IoT es una tecnología que se está empezando a utilizar en la actualidad y hace parte de nuestra vida cotidiana, se encuentra en continuo ascenso y viene con mucha

fuerza para el futuro, las aplicaciones que ofrece IoT requieren una infraestructura eficiente que soporte grandes cantidades de información ya que la aplicabilidad de dicha tecnología implica lectura de sensores constantemente y cargue de datos en una proliferación increíble, se requiere que una infraestructura para este tipo de aplicaciones tenga características de soporte óptimo a peticiones de múltiples usuarios y múltiples dispositivos que establecen comunicación constantemente con un servidor que almacena la información, por lo que se realizará practica con cada proveedor de servicio cloud documentando la dificultad técnica que tenga cada proveedor, además se realizarán cargues constantes de información capturada directamente desde sensores que enviarán datos a la nube y se analizarán los respectivos resultados obtenidos a nivel de integridad de la información, de rendimiento, aplicabilidad y estableciendo ventajas y desventajas sobre los cada implementación.

1. GENERALIDADES

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.1 Descripción del problema.

En la actualidad el Internet de las Cosas (IoT por sus siglas en inglés) enfrenta un crecimiento de forma muy acelerada, según estudios realizados por Gartner¹⁸ se evidencia un notable y constante incremento en la implementación de esta tecnología en diversas áreas de negocio como se puede ver en la Tabla 1.

Tabla 1. Crecimiento y Proyección de IoT (Gartner, 2017)

CATEGORÍA	2014	2015	2016	2020
Consumidor	2.277	3.023	4.024	13.509
Negocio: Cross- Industria	632	815	1.092	4.408
Negocio: Verticales específicas	898	1.065	1.276	2.880
Total	3.807	4.902	6.392	20.797

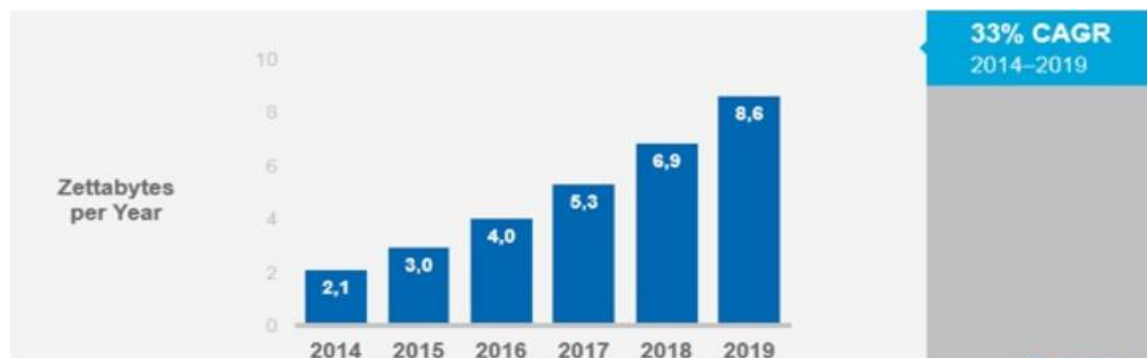
Fuente: <http://www.gartner.com/newsroom/id/3165317>

Así mismo, la demanda del uso de computación en la nube (Cloud Computing) como el recurso virtual más viable para ofertar con mayor eficiencia los servicios expuestos por IoT, ha crecido según el quinto informe global Cloud de CISCO¹⁹, este estudio permite evidenciar que estas dos tecnologías están fuertemente ligadas.

¹⁸ Anónimo. Iotpreneur. {En línea}. {11 Enero 2017}. Disponible En: <http://www.iotpreneur.com/internet-de-las-cosas-y-el-ciclo-de-sobreexpectacion-de-gartner-i/>

¹⁹ Panorama. Panorama Audiovisual. {10 Enero 2017}. Disponible En: <http://www.panoramaaudiovisual.com/2015/10/29/el-traffic-cloud-se-multiplicara-por-cuatro-entre-2014-y-2019/>

Gráfica 1. Crecimiento y proyección del tráfico de datos Cloud (Cisco, 2016)



Fuente: http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/global-cloud-index-gci/Cloud_Index_White_Paper.html

Adoptar un sistema de información en la nube, impulsa la innovación, permitiendo experimentar sin riesgos con nuevos modelos de negocio, para trabajar en un formato de desarrollo continuo de mejora y actualizaciones de productos, servicios en tiempo real y haciendo frente al principal reto de IoT que es el manejo de una gran cantidad de información por esta razón es que se tendrá la nube como opción óptima de infraestructura para la implementación de un servicio IoT.

Dado lo anterior y a las exigencias del mercado informático en el futuro se plantea al programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Católica de Colombia una estrategia que permita evaluar dos de los servicios más utilizados en la nube enfocados a dar soporte a IoT como lo son Azure de Microsoft y AWS IoT de Amazon con el fin de identificar fortalezas y debilidades en cuanto a su uso, implementación y utilidad, obteniendo un análisis específico de estos dos proveedores en una práctica documentada de laboratorio que permita ver una perspectiva y aportar un criterio de evaluación para el momento de escoger un servicio cloud, de esta forma brindar un valor agregado al programa de Sistemas y a sus estudiantes en el ámbito de IoT, orientando y aportando conocimiento sobre algunos de los servicios más usados para el desarrollo de aplicaciones IoT.

1.1.2 Formulación del Problema.

Con base en el problema expuesto anteriormente surge la siguiente pregunta qué será la base fundamental para el desarrollo de este proyecto.

- ¿Cómo desarrollar conocimientos y criterios de selección de infraestructura para implementar aplicaciones de IoT en proyectos de TI?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General.

Realizar un análisis comparativo de plataformas de cloud computing para dar soporte a servicios de IoT

1.2.2 Objetivos Específicos.

- Implementar una aplicación de IoT con el fin de usar la infraestructura cloud ofrecida para dar soporte a los servicios del internet de las cosas.
- Realizar un análisis comparativo de la aplicación implementada con diferentes suites de cloud, que genere información que permita ayudar a seleccionar la mejor infraestructura para proyectos donde se busque aplicar IoT.
- Realizar una validación de la viabilidad y eficiencia del análisis de resultados generado.

1.3 JUSTIFICACIÓN

En la educación actual, aunque se dan algunos enfoques, no se da la importancia que tendrá el futuro de la tecnología por esto se requiere de una fuente de aprendizaje ajena al pensum de las universidades, para poder ver que herramientas y aplicaciones están surgiendo y estarán en su mayor auge en un panorama muy cercano.

Para conocer sobre las nuevas ideas tecnológicas que están surgiendo se deben conocer las herramientas que permiten aprovechar dichas ideas al máximo, como lo es para IoT el uso del almacenamiento en la nube. Dado que IoT es una idea con mucho potencial se debe tener claridad sobre cómo implementar una aplicación de IoT y saber cómo hacer uso de las herramientas cloud que dan soporte a esta tecnología. De igual forma mediante esta investigación se puede ver un enfoque al sector productivo y de manufactura al momento de aplicar la tecnología explorando como se optimizan los procesos para la productividad de un sector comercial determinado, en este caso el sector agrícola.

1.4 MARCO REFERENCIAL

1.4.1 Marco Lógico.

Mediante el marco lógico se mostrará la planificación de gestión de proyectos, en el que se detallan todas las ideas que comprenden el monitoreo y la evaluación del proyecto de tecnología.

1.4.1.1 Análisis de Interesados.

Se realiza una búsqueda de las personas o entidades potenciales para mostrar el proyecto ante la aplicación del Internet de las cosas que está surgiendo en la actualidad y afecta las actividades que realiza normalmente una sociedad.

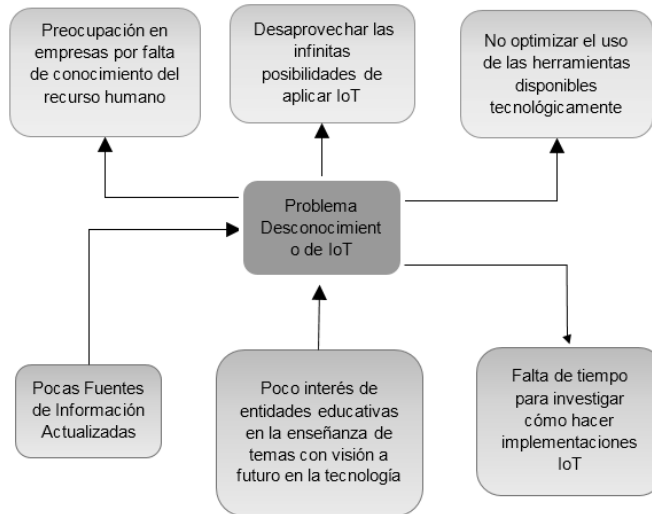
Tabla 2. Matriz de interesados en la propuesta de proyecto

Grupo	Intereses	Problemas Percibidos	Recursos y Mandatos	Influencia
Universidades	Tener disponible material de enseñanza orientado a la implementación de IoT con infraestructura en la nube	N/A	Recurso: Educativo Mandato: Decano de facultad de Ingeniería de sistemas, jueces de trabajo de grado. Docentes.	Alta
Estudiantes	Tener material de aprendizaje libre útil sobre nuevas tecnologías	Dificultad en el aprendizaje, información poco clara y estructurada	Recurso: Personal, Profesional	Media
Empresas Agrícolas	Adquisición de nuevas ideas de monitoreo de cultivos de galpones.	Fallo y errores durante la construcción del producto	Recurso: Infraestructura y personal profesional Mandato: Cumplir con los avances del desarrollo	Alta

1.4.1.2 Análisis de Problemas.

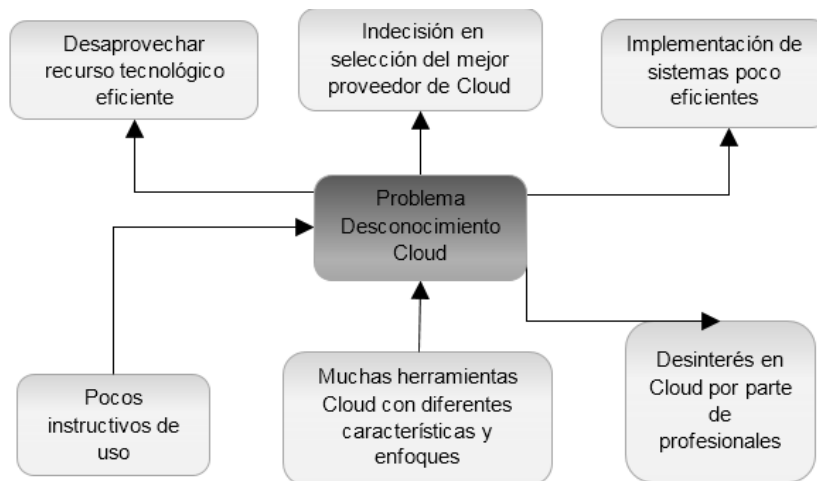
Se evidencian problemas en la aplicación de IoT ya que hay pocas fuentes disponibles de información y desconocimiento de la idea tecnológica, por qué aún está en auge la implementación de aplicaciones de este tipo.

Gráfica 2. Análisis de la problemática desde la perspectiva de IoT.



Se identifican problemas con el uso de Cloud, ya que la educación no está enfocada a aplicar herramientas como esta, y se ve una clara necesidad de aprendizaje para su uso en el mundo empresarial.

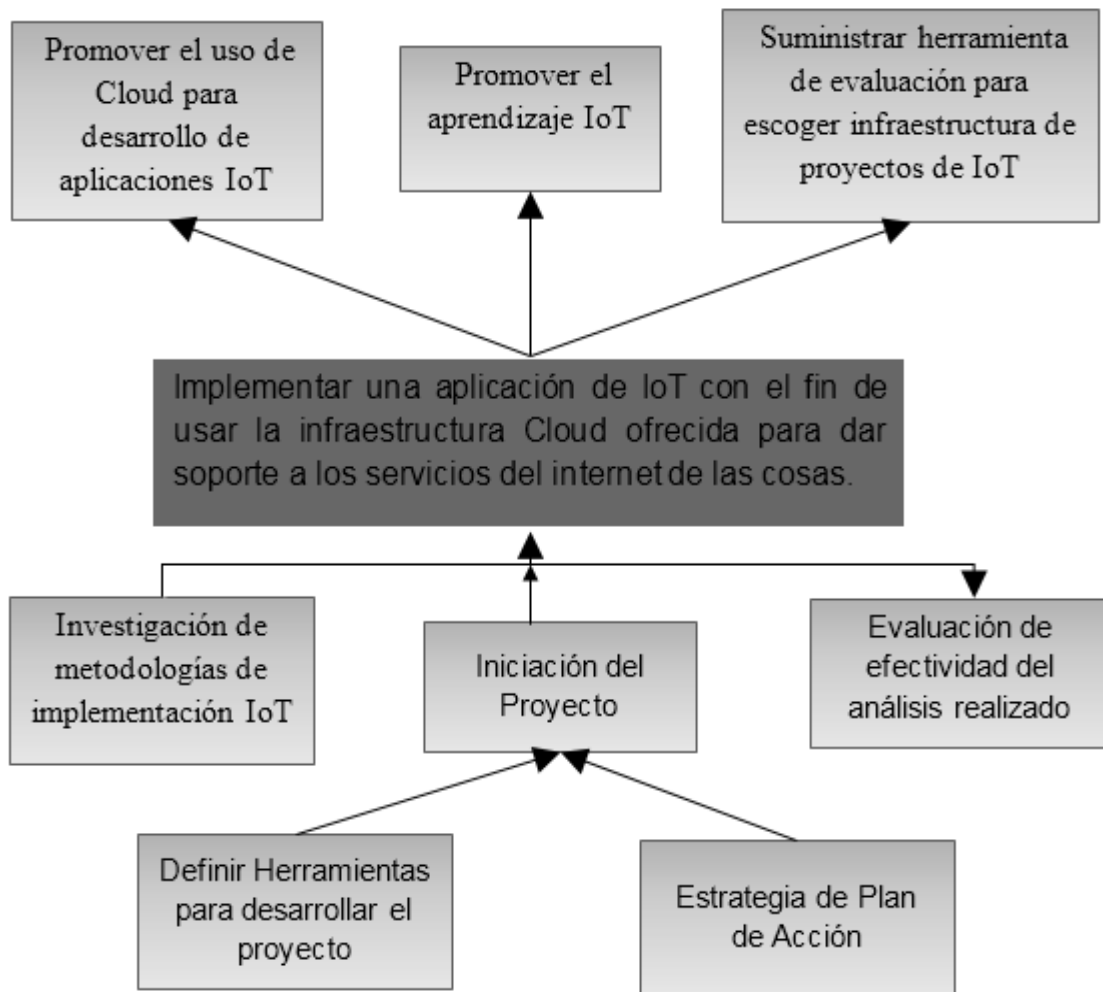
Gráfica 3. Análisis de la problemática desde la perspectiva CLOUD



1.4.1.3 Análisis de Objetivos.

Desde esta perspectiva se analiza el objetivo principal del proyecto y se establece la forma de actuar para dar cumplimiento en el plazo estipulado, teniendo en cuenta las metas que se pueden lograr con el desarrollo de la propuesta.

Gráfica 4. Análisis estratégico de los objetivos de proyecto



1.4.1.4 Matriz de Alternativas.

Se establecen alternativas que pueden dar solución a la problemática de aprender a implementar IoT usando soporte Cloud.

La alternativa sugerida como solución a la problemática planteada es comparada con otras alternativas posibles de solución y a partir de esta comparación se evalúa la efectividad de la sugerida.

Alternativas Posibles:

- 1) Generar Manuales Instructivos específicos para implementación de aplicaciones IoT con soporte Cloud
- 2) Autoaprendizaje en internet
- 3) Aprendizaje mediante el estudio universitario.
- 4) Realizar cursos virtuales
- 5) Seguir manuales técnicos de proveedores y componentes electrónicos.
- 6) Asesoría de profesionales en los campos de electrónica y sistemas de computación.

Tabla 3. Alternativas a la problemática planteada.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	ALTERNATIVAS A CONSIDERAR					
	1	2	3	4	5	6
Facilidad de aprendizaje del estudiante.	SI	NO	SI	SI	NO	SI
Eficiencia de la idea teniendo en cuenta el estado del arte del tema.	SI	SI	SI	SI	SI	NO
Reducir el tiempo empleado en la implementación completa de una aplicación IoT	SI	NO	NO	NO	NO	NO
Utilidad frente a la problemática	SI	SI	NO	SI	SI	SI
Tener cobertura multidisciplinar (electrónica, Sistemas informáticos)	SI	NO	NO	NO	NO	SI

Matriz de criterios

Criterios:

- Beneficio
- Rapidez de aprendizaje
- Facilidad de uso
- Satisfacción del Usuario
- Pertinencia

- Eficiencia

Tabla 4. Calificación de alternativas de posibles soluciones por criterios

CRITERIOS							
ALTERNATIVA	Beneficio	Rapidez de aprendizaje	Facilidad de uso	Satisfacción del usuario	Pertinencia	Eficiencia	TOTAL
1	5	5	5	5	4	5	29
2	5	3	3	4	2	3	20
3	4	2	4	4	1	2	17
4	5	5	5	4	4	4	27
5	5	2	2	2	5	3	17
6	4	2	5	4	3	3	21

Calificados en el rango de **1 a 5**, en donde cada uno se ve de la siguiente manera:

1. Malo: No es explícito
2. Insuficiente: No mantiene coherencia con el proyecto
3. Regular: Explícito, pero poco estructurado en el proyecto
4. Bueno: Explícito, pero puede mejorar su coherencia
5. Muy Bueno: Explícito, es coherente al proyecto

1.4.1.5 Matriz de Marco Lógico

Tabla 5. Marco Lógico

Objetivos	Descripción	Indicadores	Medios de verificación	Supuestos
Objetivo general	Realizar un análisis comparativo de plataformas de cloud computing para dar soporte a servicios de IoT	Métricas	Pruebas prácticas.	Existe interés en implementar un sistema IoT con soporte Cloud
Objetivo del proyecto	El propósito del desarrollo de este proyecto es realizar la implementación de una aplicación IoT usando Soporte Cloud dejando así manuales que permitan facilitar el conocimiento para este proceso.	Métricas	Encuestas de opinión	Las personas que tengan acceso a los manuales deben tener conocimientos propios en los campos de electrónica y Sistemas.

Objetivos	Descripción	Indicadores	Medios de verificación	Supuestos
Resultados o productos	Correcto aseo a la casa y satisfacción del cliente debido a la buena Organización del software.	% de satisfacción del usuario.	encuestas de satisfacción al cliente	Usuarios no tienen Conocimientos en aplicaciones IoT
Actividades	Implementación aplicación IoT	Escoger Sector de aplicación IoT	Análisis de los campos afectados	Se requiere implementar la aplicación elegida para optimizar procesos.

1.4.2 Marco Teórico

En este apartado del documento se estudian términos y conceptos relacionados con el desarrollo del proyecto de grado introduciendo al tema de cloud computing aplicado al Internet de las cosas, la suite Azure IoT ofrecida por Microsoft y AWS IoT de Amazon. Teniendo en cuenta las categorías de mayor impacto en IoT según las tendencias para de esta forma desarrollar una guía instructiva que permita a los estudiantes utilizar el mejor servicio como herramienta para la implementación e integración de los demás servicios ofrecidos por IoT.

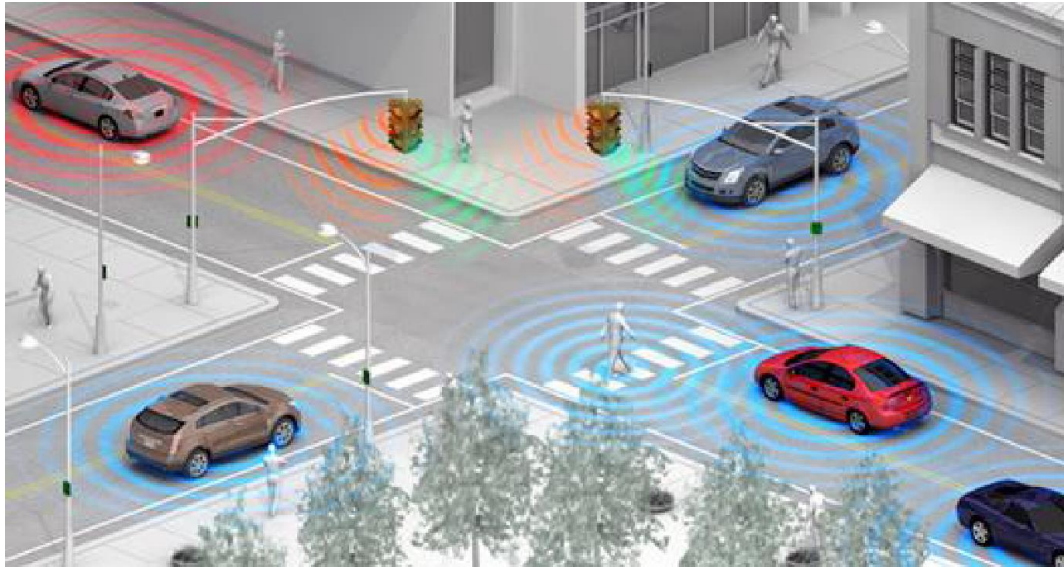
Los diferentes conceptos y temas tratados serán requeridos para el desarrollo del proyecto de grado, para abordar el marco teórico se analizan los temas fundamentales de cloud computing y de Internet de las cosas para buscar una convergencia óptima y dar una solución al problema planteado mediante la integración de ambas tecnologías.

IEEE Computer Society considera que IoT es una ampliación de la actual Internet que permite las conexiones y la comunicación entre los objetos físicos y los dispositivos²⁰ como se muestra en la gráfica 5. Todos los tipos de aparatos domésticos comunes pueden ser modificados para trabajar en un sistema IoT. Así que no hay preocuparse si se tiene adaptadores de redes Wi-Fi, sensores de movimiento, cámaras, micrófonos u otros instrumentos como básculas inalámbricas y monitores de presión arterial inalámbricos o los nuevos dispositivos usables

²⁰ IEEE. IEEE Internet of Things. {En línea}. {10 Enero 2017}. Disponible En: <http://iot.ieee.org/>

(wearables en inglés) como gafas, relojes inteligentes ya que todos se podrán conectar a la Internet de las Cosas.

Gráfica 5. Aplicación de IoT en vehículos (Edriel, 2017)



Fuente: <http://edriel.com/coches-conectados-iot-en-estado-puro>

La idea de la IoT es muy simple y es de esperar que durante los próximos años y una vez superados algunos obstáculos veamos multitud de aplicaciones y servicios IoT en todos los sectores del mercado.

Historia de IOT

El término de Internet de las cosas fue inventado en 1999 por Kevin Ashton un investigador británico que por aquellos años trabajaba en el Massachusetts Institute of Technology (MIT) como fundador y director ejecutivo del Centro de Auto-ID desarrollando un sistema de sensores e identificadores de radio frecuencia (RFID).

Aunque Kevin Ashton mencionó por primera vez la internet de las cosas en una presentación que hizo a Procter & Gamble en 1999²¹, el Internet de las Cosas había estado en desarrollo durante décadas donde se hizo un esfuerzo importante para identificar los productos, el resultado se denomina EPC (código electrónico de producto). El primer dispositivo de Internet, por ejemplo, fue una máquina de Coca-Cola en la Universidad Carnegie Melon a principios de 1980. Los programadores

²¹ Acosta, Javier Gustavo. : Análisis de datos e Internet de las cosas en empresas de hidrocarburos. Javier Gustavo Acosta. 2015.

podían conectarse a la máquina a través de Internet, comprobando el estado de la máquina y determinando si había o no una bebida fría antes de decidirse a hacer el viaje a la máquina.

El objetivo inicial de la IoT era combinar las capacidades y características de la comunicación para la transmisión de datos. Esto fue visto como la red que representa el "mundo digital", la capacidad de poder compartir, recolectar y procesar algún tipo de información. Este principio de compartir información y aprovechar los descubrimientos puede comprenderse mejor si analizamos cómo procesamos los datos los seres humanos. Los datos son la materia prima que se procesa para conseguir la información. Los datos individuales por sí mismos no son muy útiles, pero los grandes volúmenes de datos pueden identificar tendencias y patrones²² como se muestra en la gráfica 6.

Gráfica 6. Los seres humanos convierten los datos en sabiduría



Fuente: <https://gabrielraffocalderon.wordpress.com/2013/02/22/sabiduria-agricola-en-6-000-anos-no-hemos-aprendido-a-regar-que-queda-para-el-resto/>

Retos y barreras para el IoT

Con la posibilidad de implementar esta nueva tecnología los grupos innovadores tienen varios obstáculos que podrían retrasar el desarrollo del IoT. De todos ellos, los tres más importantes son la implementación de IPv6, la energía de los sensores y un acuerdo sobre los estándares²³.

La implementación de IPv6

²² Evans, D. The Internet of Things How the Next Evolution of the Internet Is Changing Everything. En: Cisco Internet Business Solutions Group IBSG (2011).

²³ Evans, op. cit, p.27

El mundo se quedó sin direcciones IPv4 en febrero de 2010. Si bien el público general no se ha visto afectado por ningún impacto real, esta situación podría frenar potencialmente el avance del IoT, ya que los miles de millones de nuevos sensores potenciales necesitarán direcciones IP únicas. Además, IPv6 facilita la gestión de las redes gracias a las capacidades de configuración²⁴ automática y también ofrece características de seguridad mejoradas.

Energía de los sensores

Para que el IoT alcance su pleno potencial, los sensores deberán ser autosuficientes. Imagínese tener que cambiar las baterías de miles de millones de dispositivos implementados por todo el planeta, e incluso en el espacio. Obviamente, esto no es posible. Lo que necesitamos es una forma de que los sensores generen electricidad a partir de elementos del medio ambiente, como las vibraciones, la luz y el flujo de aire. En un avance significativo, los científicos anunciaron un nano generador viable comercialmente en la 241 Reunión y exposición nacional de la Sociedad Estadounidense de Química, celebrada en marzo de 2011. Se trata de un chip flexible que utiliza los movimientos del cuerpo, como la pulsación con el dedo, para generar electricidad.

Estándares

Si bien se ha avanzado mucho en el ámbito de los estándares, es necesario obtener más logros, especialmente en lo que a seguridad, privacidad, arquitectura y comunicaciones se refiere. IEEE es solo una de las organizaciones que trabajan para solucionar estos problemas, asegurándose de que los paquetes IPv6 puedan enviarse a través de diferentes tipos de redes. Es importante señalar que, si bien existen barreras y retos, estos no son insalvables. Dadas las ventajas del IoT, estas cuestiones se irán solucionando. Es solo una cuestión de tiempo.

Machine to Machine (M2M)

El concepto M2M (máquina a máquina) es, en síntesis, la capacidad de intercambiar datos entre dos máquinas remotas, de forma que, mediante este intercambio, es posible controlar y supervisar de forma automática procesos en los que intervienen máquinas²⁵. El foco principal de aplicación de M2M se ubica, por tanto, en los entornos relacionados con la telemetría y/o el telecontrol.

²⁴ Suarez, Manuel; Tiago M. Fernandez; Paula Fraga-Lamas; Gonzalez-Lopez, Miguel. Sistema demótico con auto-configuración y auto-detección rápida de transductores. Dpto. de Electrónica y Sistemas, Universidad de la Coruña.

²⁵ Hasan, Monowar. Random access for machine-to-machine communication in LTE-advanced networks: issues and approaches. IEEE Communications Magazine. 10 June 2013. p. 86-93

Los constantes avances tecnológicos han configurado un escenario que facilita la integración de las máquinas en los procesos empresariales, de forma que habilitan un nuevo contexto para su mejora y optimización.

Estos procesos reducen el tiempo y los costes, y amplían servicios que hasta ahora no teníamos. Así mismo esta comunicación se realiza de manera telemática (por la convergencia entre las tecnologías de las Telecomunicaciones y de la Informática) a través de redes privadas e inalámbricas. Estas herramientas aumentan la productividad, automatización y eliminación manual, haciéndonos la vida más cómoda y segura.

Se dice que la maquinaria M2M tiene siempre “un propósito”; es decir, son capaces de comunicarse con otras máquinas para recibir o transmitir información y desencadenar una acción. Todo gracias a tarjetas SIM que permiten estos procesos y reducen significativamente la complejidad de la instalación, distribución y despliegue de soluciones M2M²⁶.

El ciclo de vida de una máquina empieza cuando se crea y termina cuando cae en desuso definitivamente. Para que este proceso se lleve a cabo de manera adecuada existen tres capas en torno al concepto M2M. La primera es la de las comunicaciones, que promueve el paso de la información entre máquinas. La segunda la referida a dichas máquinas, que efectúan las acciones. Y la tercera la de las aplicaciones de datos, la información que se transmite e intercambia.

El Internet de las cosas es un concepto más amplio, que va a evolucionar a partir de M2M y otras tecnologías, es el punto de partida de para la integración y el desarrollo de soluciones robustas al momento de querer comunicar un conjunto de dispositivos inteligentes.

Web of Things (WoT)

En el proceso de implementación de IoT necesitaremos un único protocolo de capa de aplicación universal, es decir un lenguaje donde se puedan comunicar los diferentes dispositivos y aplicaciones para interactuar entre sí, independientemente de la forma en que están conectados físicamente. En lugar de crear un nuevo protocolo de cero, se utiliza la Web, algo que ya es ampliamente utilizado para crear aplicaciones escalables e interactivas como se muestra en la gráfica 7, esto es lo que llamamos la web de las cosas y tiene que ver con: la reutilización y aprovechamiento disponible de protocolos Web ampliamente populares, normas y

²⁶Jordi Torres i Viñals, “Del.Cloud_.Computing.al_.Big_.Data_.JordiTorres.ES_(1),” p. 31, 2012.

planos para hacer que los datos y los servicios ofrecidos por los objetos más accesibles a un mayor grupo de desarrolladores²⁷.

Gráfica 7. Web of Things (Guinard, 2016)



Fuente: <http://book.webofthings.io/>

Aplicación del Internet de las cosas actuales y visión a futuro

Algunas aplicaciones de consumo futuras previstas para la IoT suenan como ciencia ficción, pero algunas de las posibilidades más prácticas y realistas de esta tecnología incluyen:

- Recibir avisos en su teléfono o dispositivo portátil cuando las redes de IoT detectan algún peligro físico en las inmediaciones donde se encuentre.
- Auto estacionamiento de coches.
- Órdenes automáticas de los alimentos y otros artículos para el hogar.
- Seguimiento automático de los hábitos de ejercicio y otras actividades personales.

²⁷ Guinard, D. Web of Things vs Internet of Things: 1/2. {En línea}. {11 Noviembre 2016}. Disponible En: <http://webofthings.org/2016/01/23/wot-vs-iot-12/>

Estos son algunos casos de aplicaciones IoT en la actualidad para entender mejor los beneficios que se pueden aportar en el mundo de los negocios.

Caso de uso 1: Transporte/Logística

La continua sincronización de información sobre el flujo de materiales y el seguimiento y rastreo en tiempo real de objetos permitirá mejorar no sólo la cadena de suministro, sino también el posicionamiento global y la identificación automática de las mercancías. También gracias a IoT se aumentará la eficiencia energética y por lo tanto se disminuirá el consumo de energía. Por ejemplo, la compañía Maersk está usando sensores para rastrear la ubicación de los contenedores de transporte refrigerado y su temperatura actual.

Caso de uso 2: Casas Inteligentes:

Las casas inteligentes del futuro serán conscientes de lo que ocurre dentro de un edificio, lo que afecta principalmente a tres aspectos: el uso de recursos (ahorro de agua y consumo de energía), seguridad (la detección de robo, incendio o la entrada no autorizada) y confort. El objetivo es lograr mejores niveles de confort mientras se disminuye el gasto total.

Caso de uso 3: Ciudades Inteligentes:

Aunque el término de ciudad inteligente es todavía un concepto difuso, hay un acuerdo general de que es una zona urbana que crea el desarrollo sostenible y la calidad de vida. Las aplicaciones IoT que se pueden encontrar actualmente en las Ciudades Inteligentes o comúnmente conocido el término como Smart Cities son variadas, como aparcamientos inteligentes, control de tráfico, alumbrado inteligente, etc.

Caso de uso 4: Fábrica Inteligente:

En una cadena de suministro global, las empresas serán capaces de realizar un seguimiento de todos sus productos por medio de las etiquetas de identificación por radiofrecuencia (RFID). Como consecuencia, las empresas reducirán sus gastos operativos (OPEX) y mejorarán su productividad debido a una mayor integración con la planificación de recursos empresariales (ERP) y de otros sistemas. Además, el mantenimiento de la maquinaria se verá facilitada por sensores conectados, lo que permitirá la monitorización en tiempo real del estado y el rendimiento de los equipos de la fábrica.

En general, la IoT proporcionará procedimientos automáticos que implicarán una reducción drástica en el número de empleados necesarios. Los trabajadores serán

sustituidos por los escáneres de códigos de barras, lectores, sensores y actuadores, y al final por robots complejos tan eficientes como un ser humano.

Sin lugar a dudas, estas tecnologías traerán oportunidades para los trabajadores de cuello blanco ya que se requerirá un gran número de técnicos para programar y reparar estas máquinas, aunque constituye un nuevo desafío para el resto de trabajadores que deberán avanzar hacia este tipo de puestos de trabajo para evitar el desempleo.

Caso de uso 5: Mercados

Las aplicaciones de IoT en Retail beneficiarán no sólo a los clientes sino también a tiendas y a la empresa. Las aplicaciones IoT permitirán comparar precios de un producto, y buscar otros productos de la misma calidad a precios más bajos; con promociones de la tienda.

Caso de uso 6: Salud

Control y prevención son dos de los principales objetivos de la futura salud. Ya hoy en día hay soluciones basadas en tecnologías IoT que nos ofrecen la opción de ser seguidos y controlados por especialistas de forma remota. En este ámbito, la IoT posibilitará cada vez más la comunicación doctor-paciente de manera mucho más eficiente y también hará que los pacientes reciban mejor atención y estén mucho más satisfechos²⁸.

Caso de uso 7: Energía Inteligente

Este campo tiene muchas coincidencias con otros escenarios, como la casa inteligente y la ciudad inteligente. La cuestión clave en estos escenarios es detectar formas de ahorrar energía. La medición inteligente se considera un requisito previo para permitir la monitorización inteligente, control y comunicación en aplicaciones de redes. El uso de plataformas de IoT en la medición inteligente proporcionará los siguientes beneficios:

- Una eficiente red de contadores inteligentes permitirá la detección de interrupciones muy rápidamente y habilitarán la restauración del servicio de forma automática.
- Los clientes tendrán mayor control sobre su consumo de energía o agua, dándoles más opciones para la gestión de sus facturas.

²⁸ Blog de WordPress. {En línea}. {11 Octubre 2016}. Disponible En: <https://pacomaroto.wordpress.com/introduccion-a-la-internet-de-las-cosas/>

- Se espera que la implementación de la IoT de contadores inteligentes para reducir la necesidad de construir plantas de energía. La construcción de las plantas de energía que sólo son necesarios para la demanda pico ocasional resultan muy costosas: un enfoque más económico es permitir a los clientes reducir su demanda a través de tarifas basadas en el tiempo o en otros programas de incentivos, o para utilizar el registro automático de consumo para desactivar temporalmente los dispositivos que no están en uso. Por último, mediante la combinación del análisis de la oferta y la demanda, las empresas de energía podrán gestionar la demanda de manera más eficiente, pudiendo ofrecer incentivos a los consumidores si apagan los dispositivos que no son necesarios.

Los nuevos dispositivos conectados producirán nuevos tipos de datos. La Internet de las Cosas ayudará a ganar eficiencia empresarial, aprovechar la inteligencia de una amplia gama de equipos, mejorar las operaciones y aumentar la satisfacción del cliente. IoT también tendrá un profundo impacto en la vida de las personas. Además, mejorará la seguridad pública, el transporte y la salud con mejor información y comunicaciones más rápidas de esta información.

Si bien hay muchas maneras en que la Internet de los objetos podría afectar a la sociedad y los negocios, hay por lo menos tres grandes beneficios de IOT que afectarán a todas las empresas: comunicación, control y de ahorro de costos.

¿Qué es Cloud?

El modelo cloud se basa en la provisión de capacidad a través de la red de forma similar a como se contratan el agua o la electricidad, provisionando de forma flexible la necesidad de proceso, almacenamiento y conectividad que las empresas necesitan para sus aplicaciones de negocio.

Las soluciones cloud se adaptan a los diferentes tipos de cargas de trabajo y niveles de privacidad que requieran los interesados, desde entornos completamente dedicados de alto rendimiento con toda una posibilidad de infraestructura para el sostenimiento informático de las empresas, clouds públicos basados en un catálogo de servicio estandarizado, servicios de data center. Hoy en día las empresas que ofrecen este tipo de servicios se adaptan a las necesidades de los clientes garantizando disponibilidad, seguridad, interoperabilidad y constante mantenimiento²⁹.

A continuación, se mencionan dos tipos de servicios que se encuentran en el mercado y nos brindan los recursos necesarios para crear y administrar nuestra información y aplicaciones.

²⁹ IBM Cloud - Colombia. {En línea}. {10 Noviembre 2016}. Disponible En: <http://www.ibm.com/cloud-computing/co/es/>

Azure

Es el servicio en la nube de Microsoft, compatible con una amplia selección de sistemas operativos, lenguajes de programación, frameworks, herramientas, bases de datos y dispositivos. Permite a sus clientes ejecutar sus aplicaciones desde cualquier lugar garantizando la disponibilidad de la información de esta forma aporta montones de opciones para ejecutar aplicaciones y asegurar un gran rendimiento. El pago de los servicios de Azure es por forma de uso es decir que solo paga por lo que utiliza.

Servicios de Azure

Las ofertas de cómputo de Azure se dividen en tres categorías principales

- **IaaS**

Infraestructura como un servicio, esta categoría da la posibilidad de tener servidores en la nube como máquinas virtuales, sobre los cuales el usuario tendrá el control absoluto, desde el sistema operativo configurado hasta la aplicación que se correrá. Desde esta parte se administra la configuración de redes y la gestión de máquinas virtuales necesarias³⁰.

- **PaaS**

Plataforma como un servicio, esta categoría tiene dos componentes los archivos de la aplicación como códigos fuente, DLLs, etc y archivos de configuración, estos dos elementos conforman una combinación de roles, web y de trabajo para ejecutar la aplicación. Esta parte de la nube se encarga de administrar detalles del sistema operativo que generalmente son tediosos para los usuarios para que se puedan centrar en lo que importa, la construcción de una aplicación de alta calidad para los usuarios³¹.

Un rol Web es una máquina virtual que está pre configurada como un servidor web y automáticamente se responde a las solicitudes generadas en el tiempo en que el servidor está activo, generalmente se ponen a funcionar sitios web, pero también pueden ser APIs o algo similar.

³⁰ Microsoft. What is cloud computing?. {En línea}. {11 Febrero 2017}. Disponible En: <https://azure.microsoft.com/en-us/overview/what-is-cloud-computing/>

³¹ Microsoft. What is cloud computing?. {En línea}. {11 Febrero 2017}. Disponible En: <https://azure.microsoft.com/en-us/overview/what-is-cloud-computing/> p 33

Los roles de los trabajadores se relacionan con los roles Web y son responsables de realizar funciones de computación para apoyar la solicitud de los usuarios, por lo general el papel web aceptará algún tipo de entrada del usuario y genera una solicitud que pone en cola la petición, que procesa el rol de trabajador en un momento posterior, esto permite distribuir funciones de manera óptima para que cada rol se centre en hacer una labor³².

Se puede pre configurar el número de roles web y trabajadores deseados con los que quieres iniciar tu aplicación, o removerlos según la demanda. Esta categoría puede contener bases de datos en alta disponibilidad, interfaces usadas y sitios web auto escalables, también back-end para dispositivos móviles.

- **SaaS**

Software como un servicio, es un conjunto de aplicaciones ofrecidas a través de internet para la utilización de varios clientes manteniendo la privacidad de sus datos y la personalización de la aplicación según las necesidades, el usuario paga por su uso y por la infraestructura necesaria³³. Esta categoría contiene software desarrollado, integración con aplicativos como Facebook y Google entre otros.

Amazon Web Services (AWS)

Amazon Web Services ofrece un amplio conjunto de servicios globales de computación, almacenamiento, bases de datos, análisis, aplicaciones e implementaciones que ayudan a las organizaciones a avanzar con más rapidez, reducir costos de TI y escalar aplicaciones. Estos servicios tienen la confianza de las mayores compañías y las empresas emergentes más innovadoras para respaldar una amplia variedad de cargas de trabajo, como las aplicaciones web y móviles, IoT, el desarrollo de juegos, el almacenamiento y procesamiento de datos, el almacenamiento en general, el archivado y muchas otras³⁴.

AWS IoT

Es una plataforma de nube administrada que permite a los dispositivos conectados interactuar con facilidad y seguridad con las aplicaciones en la nube y otros dispositivos. AWS IoT admite miles de millones de dispositivos y billones de

³² Mi Microsoft. What is cloud computing?. {En línea}. {11 Febrero 2017}. Disponible En: <https://azure.microsoft.com/en-us/overview/what-is-cloud-computing/> p 33

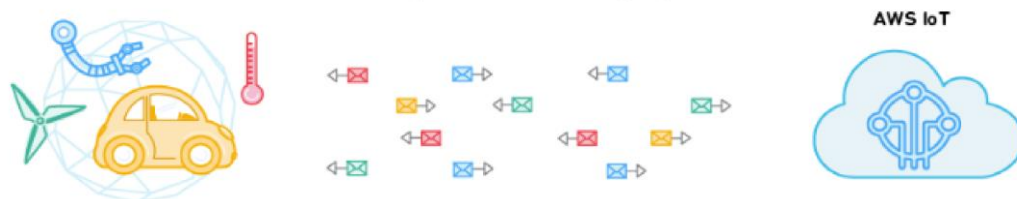
³³ Microsoft. What is cloud computing?. {En línea}. {11 Febrero 2017}. Disponible En: <https://azure.microsoft.com/en-us/overview/what-is-cloud-computing/> p 33

³⁴ Amazon. Amazon web services. {En línea}. {Enero 10 2017}. Disponible En: <https://aws.amazon.com/es/iot/>

mensajes, y es capaz de procesar y entregar dichos mensajes a puntos de enlace de AWS y a otros dispositivos de manera fiable y segura. Con AWS IoT, sus aplicaciones pueden realizar un seguimiento de todos los dispositivos y comunicarse con ellos en todo momento como se representa en la gráfica 8, incluso cuando no están conectados³⁵.

Es compatible con HTTP y WebSockets y MQTT, un protocolo de comunicación ligero, especialmente diseñado para tolerar conexiones intermitentes, minimizar la huella de código en los dispositivos y reducir los requisitos de ancho de banda de la red. AWS IoT admiten otros protocolos personalizados y propios del sector, y los dispositivos pueden comunicarse entre sí aunque utilicen protocolos distintos³⁶.

Gráfica 8. Comunicación de dispositivos AWS (Amazon web services, 2017)



Fuente: <https://aws.amazon.com/es/iot/>

1.5 PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

En el desarrollo de este proyecto se evidencian diferentes etapas, debido a que debe ser un proceso ordenado y de esta forma dar cumplimiento con cada uno de los objetivos del mismo, en primera instancia se explica la configuración de una aplicación IoT que permita la captura de datos (temperatura y humedad) mediante un sensor DHT11 integrado con Arduino, siguiente a esto para proceder con la implementación en las infraestructuras cloud AWS de Amazon y Azure de Microsoft.

Una vez finalizado el desarrollo de la aplicación IoT se realiza el estudio y análisis comparativo de ambos servicios cloud teniendo como referencia mediciones en cuanto al rendimiento en tiempos de respuesta, mantenimiento, usabilidad, escalabilidad y costos. Adicionalmente se realizará una guía de usuario para el uso de las plataformas que ayudará a ampliar los conocimientos de los estudiantes de la universidad Católica de Colombia.

³⁵ Amazon, op. cit p 35

³⁶ Amazon. Internet de la cosas. {En línea}. {Enero 10 2017}. Disponible En: <https://aws.amazon.com/es/iot/>

Con base a los resultados se generarán estadísticas y análisis de resultados que permitan crear un concepto claro al momento de brindar recomendaciones cuando se necesite elegir un proveedor de servicios cloud y para finalizar se realizará un proceso de encuestas para evaluar la viabilidad y la eficiencia del proyecto en un grupo de estudiantes con conocimiento en el área de sistemas.

2. APLICACIÓN IoT

La tecnificación de procesos industriales en países desarrollados ha estado expuesta a grandes cambios a través del tiempo, dado que, se invierten grandes cantidades de capital en investigación y esto beneficia a los diferentes sectores de la industria. El sector agropecuario no ha sido ajeno a las transformaciones que las tecnologías de la información y las comunicaciones han traído, en la actualidad el gobierno colombiano financia mucho los proyectos de investigación³⁷, en el campo agrícola y pecuario ya que a través de la historia una de las principales fuentes de producción del país es proveniente de estos sectores. Gracias a esto se ha podido aumentar la producción en cantidad y calidad, adicionalmente se han podido aplicar a cualquier tipo de cultivos ya sean animales o vegetales, donde se monitorean las diferentes variables que puedan afectar el crecimiento de una población.

Para dar alcance a la actualidad y brindar una investigación paralela a temas de la actualidad en el país, se tomará como base una aplicación que monitoree datos para la crianza de pollos de engorde que es un proceso en el cual las aves llegan al galpón a muy corta edad y allí crecen hasta alcanzar la edad y peso suficiente para poder ser sacrificados y comercializados. Existen aspectos que deben tenerse en cuenta para la crianza de aves, en este caso, los pollos de engorde, debido a la susceptibilidad que poseen a cambios bruscos de temperatura, intensidad de la luz, humedad relativa, calidad del alimento, calidad del agua y todos aquellos aspectos que puedan conllevar a enfermedades típicas de ellos.

El medio en el que se desarrollen los pollos influye directamente en su crecimiento y en el producto final que es la carne; por ejemplo, cuando la temperatura aumenta de una manera brusca se genera en los pollos: estrés, poco apetito, vasodilatación, fragilidad vascular, retraso en los procesos metabólicos y lesiones superficiales en la piel³⁸.

³⁷ Corporación Colombia digital. {En Línea}. {10 Noviembre 2017}. Disponible En: <https://colombiadigital.net/actualidad/articulos-informativos/item/8316-recursos-publicos-para-financiar-proyectos-de-innovacion-en-colombia.html>

³⁸ Kranen, R; Scheele, C; Veerkamp, C; Lambooy, E; Van Kuppevelt, T; Veerkamp, J. Susceptibility of Broiler Chickens to Hemorrhages in Muscles: The Effect of Stock and Rearing Temperature Regimen (1997)

Teniendo en cuenta este contexto, se quiere automatizar los procesos de medición y control sobre variables que se pueden medir aplicando sensores desarrollados por la ingeniería electrónica en un galpón para ayudar a que los criaderos obtengan un monitoreo constante que permita generar tranquilidad sobre el estado de sus animales en crianza, y usando infraestructura desarrollada por la ingeniería de sistemas para dar soporte a esta aplicación y controlar el flujo de datos y monitoreo sobre el ambiente requerido.

Las variables mensurables en este tipo de proyectos ya fueron definidas, basados en un estudio realizado por estudiantes de la universidad de San Buena Aventura de Colombia³⁹, se tomará la información parametrizable para tener en cuenta en las mediciones realizadas y el control ejercido en el sistema, para dicho fin se tratará cada variable individualmente:

Temperatura: La temperatura es una variable que afecta de manera directa el crecimiento y desarrollo de los pollos, así como la calidad de la carne (producto final) razones por las cuales es importante mantener una temperatura constante, además de no tener picos que afecten al pollo.

Las altas temperaturas pueden alterar el sistema vascular de los pollos causando lesiones superficiales⁴⁰. Así mismo, los cambios bruscos de temperatura generan estrés en los pollos acelerando cambios bioquímicos que afectan la textura del producto final⁴¹.

Por otro lado, con temperaturas bajas los pollos también presentan ruptura vascular en los músculos, pero sin ningún efecto evidente en el cuerpo⁴².

Los diferentes manuales para crianza de pollos de engorde mencionan temperaturas diferentes según la etapa de crecimiento en la que se encuentren los pollos, sin embargo, la diferencia entre un manual y otro es de uno o dos grados, es por esta razón que la experiencia de los criadores de pollos influye en su cuidado. La tabla 6 muestra los rangos de temperaturas que se deben tener en cuenta para la crianza de pollos.

Tabla 6. Manual de Manejo de pollos de engorde Ross (Ross, 2014)

Galpón Completo	Crianza en un Área del Galpón
-----------------	-------------------------------

³⁹ Juan, A; González, P; Pablo, J; Bustos, M; Sánchez. Trabajo de investigación. 2011. p. 1248-1252

⁴⁰ Kun, Z; Karaman, M. THE INFLUENCE OF SOME FACTORS ON CARCASS DEFECTS DURING FATTENING PERIOD IN BROILERS. En: Arch. Zootec. 2009. p. 117-120

⁴¹ McKee, S. PubMed. {En línea}. {10 Noviembre 2016}. Disponible En: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9355159>.

⁴² Kranen, R; Scheele, C; Veerkamp, C; Lambooy, E; Van Kuppevelt, T; Veerkamp, J, op. cit, p.37

Edad (días)	Temperatura C	Temperatura		
		Borde del Galpón	Zona Central	Extremos del Galpón
1	29	30	27	25
3	28	28	26	25

Galpón Completo		Crianza en un Área del Galpón		
Edad (días)	Temperatura C	Temperatura		
		Borde del Galpón	Zona Central	Extremos del Galpón
6	27	28	25	23
9	26	27	25	23
12	25	26	25	22
15	24	25	24	22
18	23	24	24	22

Los criadores de pollos de engorde antes de la llegada de los pollos al galpón lo adecuan de la siguiente manera:

- Mantener luz en los galpones: Un bombillo de 25 watts cada 20 metros cuadrados es suficiente para alumbrar el paso del avicultor en sus visitas nocturnas.
- Encender la calefacción 24 horas antes de que lleguen los pollitos a temperatura de 32 a 37°C con el objetivo de estabilizar la temperatura.
- La temperatura de la criadora será reducida de 2 a 3o C por semana hasta que queda a la temperatura del local⁴³.

Humedad: Los sistemas en los que se calienta todo el galpón, particularmente si cuentan con bebederos de niple, pueden tener porcentajes de humedad relativa de tan solo 25%. Si el equipo es más convencional (como, por ejemplo, las criadoras de campana que producen humedad como subproducto de la combustión y los bebederos de campana que presentan superficies abiertas de agua) generan niveles más elevados de humedad relativa, por lo general por encima del 50%. Con

⁴³ Escuela Internacional de Agricultura y Ganadería Rivas. Curso de Avicultura. Nicaragua. 2002

el objeto de reducir el impacto que sufre el pollo después de sacarlo de la incubadora, los niveles de humedad relativa durante los primeros 3 días deben ser del 70% mínimo.

Cuando la humedad desciende genera en los pollos deshidratación, que tiene efectos negativos sobre el rendimiento del animal, en estos casos es necesario tomar medidas adecuadas para incrementar la humedad. Esta humedad se puede elevar si el galpón cuenta con boquillas de aspersión o nebulizadores para enfriar el ambiente. Conforme crece el pollito, el nivel ideal de humedad relativa debe disminuir. El exceso de humedad relativa de los 18 días en adelante, puede causar cama húmeda y todos los problemas con ella asociados. Conforme se incrementa el peso corporal de los pollos, se pueden controlar los niveles de humedad relativa usando los sistemas de ventilación y calefacción⁴⁴.

Interacción entre la temperatura y la humedad. Es de vital importancia mencionar que todos los animales generan calor y lo eliminan hacia el medio ambiente, mediante transpiración de la humedad procedente de su tracto respiratorio y a través de la piel. Cuando se eleva la humedad relativa se evapora el calor y esto aumenta la temperatura aparente de los animales; ésta depende de la combinación de la temperatura de bulbo seco y de la humedad relativa. El perfil de temperatura que se presenta en la Tabla 7, corresponde a los rangos de temperatura ideales para el cuidado de los pollos dentro de los galpones.

Tabla 7. Relación Humedad y temperatura en manejo de pollos de engorde Ross

Edad(días)	Convencional		Crianza en un área del Galpón			
	Temp C	Humedad %	Ideal			
			50%	60%	70%	80%
0	29	65-70	33.0	30.5	28.6	2.0
3	28	65-70	32.0	29.5	27.6	26.0
6	27	65-70	31.0	28.5	26.6	25.0
9	26	65-70	29.7	27.5	25.6	24.0
12	25	65-70	27.2	25.0	23.8	22.5
15	24	65-70	26.2	24.0	22.5	21.0
18	23	65-70	25.0	23.0	21.4	20.0
21	22	65-70	24.0	22.0	20.5	19.0
24	21	65-70	23.0	21.0	19.5	18.0

⁴⁴ Gonzalez, J; Monroy, J; Patarroyo, A. Monitoreo de variables ambientales influyentes en la crianza de pollos de engorde utilizando redes de sensores inalámbricas. Bogotá. 2011

Análisis de Sensores: En la actualidad se han realizado estudios y análisis de información acerca de la comercialización de sensores de temperatura y de humedad en el mercado colombiano y se ha encontrado con que hay dispositivos electrónicos diseñados para este tipo de aplicaciones en los que se requiere manipular dos variables como la temperatura y la humedad, un sensor muy conocido y muy usado para estos casos es el DHT11 es un sensor que proporciona una salida de datos digital. Entre sus ventajas podemos mencionar el bajo coste y el despliegue de datos digitales. Esto supone una gran ventaja frente a los sensores del tipo análogo, como el LM335, por ejemplo, en los cuales las fluctuaciones en el voltaje alteran la lectura de datos.

Teniendo las características ofrecidas por el sensor DHT11 de la tabla, y basándose en el enfoque que se quiere dar al proyecto para implementar una aplicación IoT de crianza de pollos donde las variable condicionada a medir es la temperatura cuya exactitud y precisión se debe garantizar, se puede decir que el uso de este sensor es una buena garantía de que la aplicación trabajará correctamente y hará mediciones muy acercadas a los parámetros reales de temperatura, pues sus rangos de medición está entre los límites posibles reales de oscilación de la temperatura en ambiente.

Tabla 8. Sensor DHT11 de Temperatura y Humedad (D-Robotics UK, 2010)

Parámetros	Condiciones	Mínimo	Típico	Máximo
Humedad				
Resolución		1%RH	1%RH 8 Bit	1%RH
Exactitud	25 °C 0-50°C		+ - 4%RH	+ - 5%RH
Intercambiabilidad	100%			
Rango de Medición	0°C	30%RH		90%RH
	25°C	20%RH		90%RH
	50°C	20%RH		80%RH
Tiempo Respuesta Seg	1 m/s Aire	6s	10s	15s
Estabilidad a largo plazo	Típica		+ - 1%RH año	

Arduino UNO R3: La placa Arduino es una plataforma de prototipos electrónicos la cual permite administrar diferentes tipos de dispositivos como sensores, aparatos eléctricos, y software conectado de forma que centralizar la información recibida por cada dispositivo sea más fácil, y de esta manera se puede generar un mayor control sobre la información que se transmite entre dispositivos y sensores, esta placa genera ventajas frente a otras posibles como Raspberry, Parallax Basic Stamp, Netmedia's BX-24, Phidgets, MIT's Handyboard entre otras brinda la posibilidad de tener software de código abierto expandido mediante librerías c++⁴⁵, ofrece un entorno de programación simple y a la vez permite expandir funcionalidades según la complejidad del desarrollo requerida, ofrece la posibilidad de ejecución multiplataforma, a la vez el costo es el más favorable ya que es una placa con un costo reducido y una amplia posibilidad de soporte por el conocimiento de la marca en el mercado, por eso será la placa escogida para administrar la aplicación del galpón ya que su flexibilidad y las posibilidades que brinda son las que vemos más óptimas para una implementación de este tipo.

2.1. REQUERIMIENTOS PARA IMPLEMENTAR LA APLICACIÓN IOT

Materiales de implementación IoT

1. Software Arduino IDE
2. Software Eclipse IDE
3. Placa Arduino UNO R3
4. Sensor de Temperatura y Humedad DHT11
5. Infraestructura Amazon AWS IoT
6. Infraestructura Azure IoT

2.1.1. Software Arduino IDE

Los primeros pasos para la implementación de la aplicación IoT es descargar el entorno de desarrollo en el que se desea trabajar, Arduino IDE es un entorno muy sencillo de usar y en él escribiremos el programa que queramos que el Arduino ejecute⁴⁶.

2.1.2. Placa Arduino UNO R3

Arduino Uno R3 utiliza el micro controlador ATmega328. En adición a todas las características de las tarjetas anteriores, el Arduino Uno utiliza el ATmega16U2 para el manejo de USB en lugar del 8U2 (o del FTDI encontrado en generaciones

⁴⁵ MCI electronics. {En línea}. {15 Noviembre 2017}. Disponible En: <http://arduino.cl/que-es-arduino/>

⁴⁶ Arduino. {En línea}. {15 Noviembre 2017}. Disponible En: <https://www.arduino.cc/>

previas). Esto permite ratios de transferencia más rápidos y más memoria. No se necesitan drivers para Linux o Mac (el archivo inf para Windows es necesario y está incluido en el IDE de Arduino)⁴⁷.

La tarjeta Arduino Uno R3 incluso añade pins SDA y SCL cercanos al AREF. Es más, hay dos nuevos pines cerca del pin RESET. Uno es el IOREF, que permiten a los shields adaptarse al voltaje brindado por la tarjeta. El otro pin no se encuentra conectado y está reservado para propósitos futuros. La tarjeta trabaja con todos los shields existentes y podrá adaptarse con los nuevos shields utilizando esos pines adicionales.

El Arduino es una plataforma computacional física open-source basada en una simple tarjeta de I/O y un entorno de desarrollo que implementa el lenguaje Processing / Wiring. El Arduino Uno R3 puede ser utilizado para desarrollar objetos interactivos o puede ser conectado a software de tu computadora (por ejemplo, Flash, Processing, MaxMSP). El IDE open-source puede ser descargado gratuitamente (actualmente para Mac OS X, Windows y Linux).

Gráfica 9. Placa Arduino Uno (MCI electronics, s.f.)



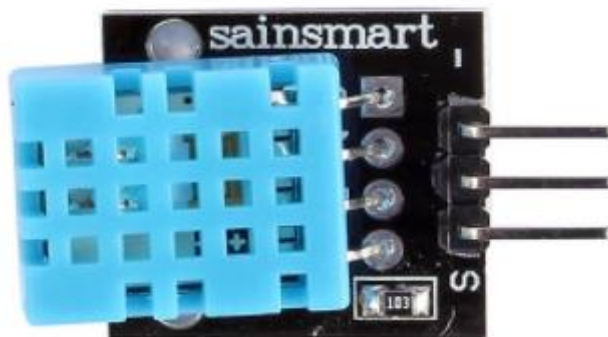
Fuente: <http://arduino.cl/arduino-uno/>

⁴⁷ MCI electronics. Arduino Uno R3. {En línea}. {10 Noviembre 2017}. Disponible En: <http://arduino.cl/arduino-uno/>

2.1.3. Sensor de Temperatura y Humedad DHT11

Este sensor permite realizar mediciones de temperatura y humedad se debe interconectar con Arduino para implementar la aplicación.

Gráfica 10. Sensor DHT11

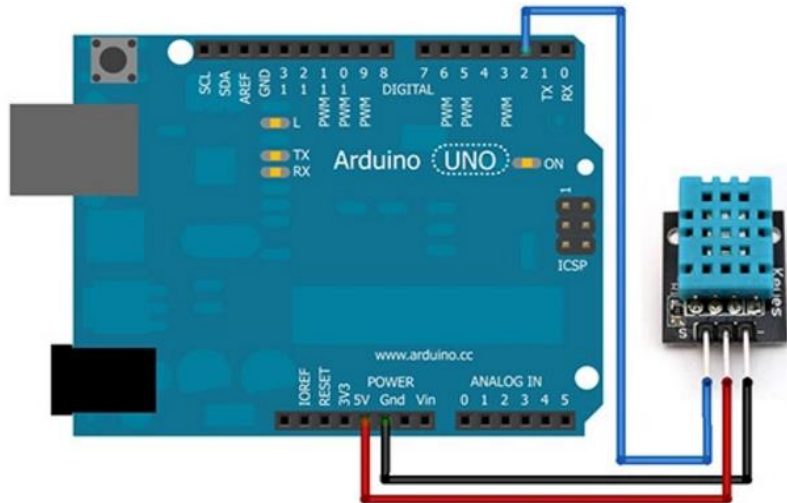


Con el fin de probar y establecer el correcto funcionamiento del sensor DHT11 el primer requerimiento es descargar el IDE de Arduino. Para más información ver [anexo 1](#)

2.1.4. Configuración y Captura de Datos Integrando DHT11-ARDUINO

1. En la siguiente gráfica se observa el circuito para la conexión del sensor de temperatura y humedad con la placa de Arduino.

Gráfica 11. Circuito sensor DHT11 y Arduino (Prometec, s.f.)



El sensor de temperatura DHT11 tiene solo 3 pines:

Gráfica 12. Conexión Sensor DHT11 y Arduino Uno

DHT 11		PLACA ARDUINO
VCC	→	5 VOL
OUT (S)	→	2
GND (-)	→	GND

Se debe alimentar el sensor con 5 volts y conectarlo a una de las entradas digitales. En este caso nosotros utilizaremos la entrada digital número 2.

Para la comunicación entre Arduino y el sensor necesitamos agregar la librería DHT11 a la carpeta de librerías de Arduino, puede ser descargada desde el siguiente link <http://playground.arduino.cc/Main/DHT11Lib>

2. A continuación, se presenta el código que lee la temperatura y humedad del sensor DHT11 conectado al pin 2, las variables y funciones que permiten la comunicación con Java. Para mayor información ver [anexo 1](#)

Gráfica 13. Código configuración DHT11 en Arduino Main

```
humedadTem §
1 #include "DHT.h"
2 #define DHTPIN 2// Definimos la entrada del PIN logico
3 #define DHTTYPE DHT11 // DHT 11
4 DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
5
6 //Declaracion de Variables
7 int dato_serial =0;
8 int temjava;
9 int humjava;
10
11 void setup() {
12 //Abre puerto serial y lo configuramos a 9600 bps
13 Serial.begin(9600);
14 dht.begin();
15 }
16
```

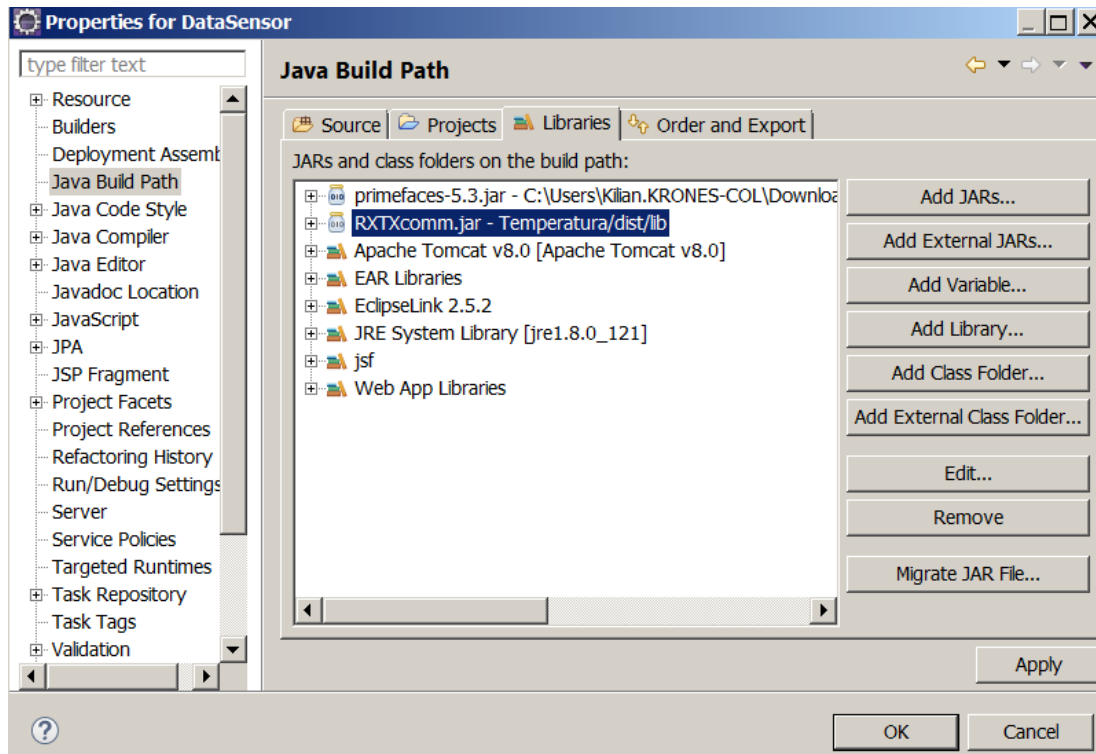
Gráfica 14. Código configuración DHT11 en Arduino Body

```
--  
17 void loop() {  
18   //Lee el valor de Humedad y Temperatura;  
19   float hum = dht.readHumidity();  
20   float tempC = dht.readTemperature();  
21   temjava=tempC;  
22   humjava=hum;  
23  
24   //Lectura del puerto serial  
25   if (Serial.available()>0){  
26     lectura_dato();  
27     comparacion_dato();  
28   }  
29 }  
30 //Lectura de datos enviados por Java variables "T" y "H"  
31 void lectura_dato (void){  
32   dato_serial = Serial.read();  
33 }  
34  
35 //Compara los datos enviados por Java y depende de eso responde a Java  
36 void comparacion_dato (void){  
37   if (dato_serial=='T'){  
38     Serial.write(temjava);  
39   }  
40  
41   if (dato_serial=='H'){  
42     Serial.write(humjava);  
43   }  
44 }
```

3. Después de probar la funcionalidad del sensor dentro de Arduino IDE se procede a configurar el entorno de Eclipse IDE, necesitamos establecer la comunicación entre eclipse y Arduino, Java soporta la comunicación a los puertos serie, pero no con su instalación por defecto. Requiere una instalación de una biblioteca externa para lograr la comunicación en serie utilizaremos la librería RXTX

4. Inicialmente en Eclipse se crea un proyecto de tipo Dynamic Web Project ahora en el panel izquierdo a Java Build Path ->Add External JARS (seleccionar el archivo .jar descargado y se agregarlo como aparece en pantalla).

Gráfica 15. Librería RXTX Java



Dentro del proyecto existe 1 clase principal, a continuación, el código para la comunicación directamente con Arduino

Por medio de la función write enviamos la letra T a Arduino y con la función Read leemos la respuesta de Arduino.

Gráfica 16. Variables Función de Escribir y Leer

```
//El metodo ImplementoRunnable Funciones Write and Read
private class ImplementoRunnable implements Runnable{
    String humedad;
    String temperatura_service;
```

Gráfica 17. Función Escribir y Leer Java

```
//El metodo ImplementoRunnable Funciones Write and Read
private class ImplementoRunnable implements Runnable{
    String humedad;
    String temperatura_service;
    public void run() {
        while(true){
            try {
                // Envia la letra T y H a Arduino - Recibi y almacena la respuesta
                out.write('T');
                temperatura_service =String.valueOf(in.read())+"°C";
                out.write('H');
                humedad =String.valueOf(in.read())+"%";
                Thread.sleep(1000);
                System.out.println(in.read());
                if (!humedad.contains("-1") && !temperatura_service.contains("-1")){
                    lblNewLabel.setText(""+temperatura_service+" ");
                    String fecha = new SimpleDateFormat("HH:mm:ss.SS dd-MM-YYYY").format(new Date()).toString();
                }
            }
        }
    }
}
```

Por medio de la petición https se establece la comunicación con los servidores de Azure y Amazon de esta forma se almacenaron los datos. Más información en [anexo 1](#)

Gráfica 18. Petición HTTP Servidor Cloud

```
//Petición http Azure
String url="http://tesissensor.azurewebsites.net/conexion.php?temperatura="+temperatura_service +"&humedad="+humedad ;
URL obj= new URL(url);
URLConnection con = (URLConnection) obj.openConnection();
con.setRequestMethod("GET");
String fechaHoy = new SimpleDateFormat("HH:mm:ss.SS dd-MM-yyyy").format(new Date()).toString();

int responsecode=con.getResponseCode();
System.out.println("realizando conexion a la url"+url);
System.out.println("Codigo de respuesta "+responsecode);

BufferedReader in = new BufferedReader(
    new InputStreamReader(con.getInputStream()));
String inputLine;
StringBuffer response = new StringBuffer();
```

2.2. SERVICIOS CLOUD DE AMAZON Y AZURE

Como las principales plataformas de nube pública, Azure y AWS cada una ofrecen a las empresas un conjunto amplio y profundo de las capacidades con cobertura global. Sin embargo, muchas organizaciones optan por utilizar ambas plataformas juntas por una mayor elección y flexibilidad, así como para difundir su riesgo y dependencias con un enfoque múltiple a cloud. Empresas de consultoría y proveedores de software también podrían aprovechar y utilizar tanto Azure y AWS, ya que estas plataformas representan la mayor parte de la demanda del mercado de la nube como lo muestra la siguiente gráfica.

Gráfica 19. Petición HTTP Servidor Cloud⁴⁸

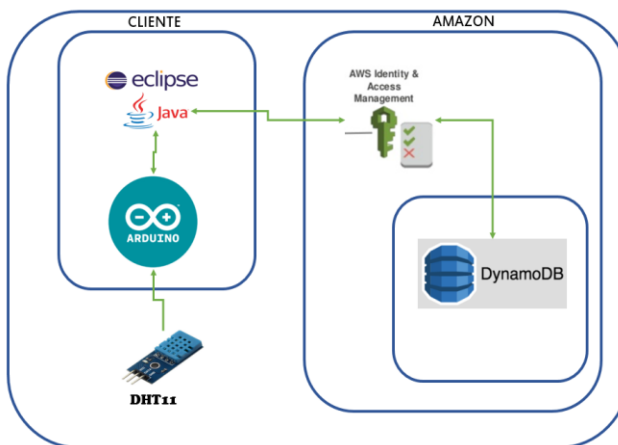


2.2.1. Arquitectura de Componentes Amazon

En la siguiente gráfica se observa la arquitectura implementada en el desarrollo con los servicios de Amazon y los componentes mencionados anteriormente, se indica el flujo de datos y la relación de estos componentes.

⁴⁸ Leong, L; Petri, G; Gill, B; Dorosh, M. Magic Quadrant for Cloud Infrastructure as a Service, Worldwide. {En línea}. {10 Noviembre 2016}. Disponible En: <http://cloudmag.ro/wp-content/uploads/2016/08/Gartner-Reprint-MQ-IAAS-08-2016.pdf>

Gráfica 20. Arquitectura Componentes Amazon



2.2.2. Implementación en Amazon AWS IoT

El primer paso en crear una cuenta en Amazon para nivel de prueba la versión gratuita es la recomendada

1. Ingresar a la página de Amazon <https://aws.amazon.com>, se debe registrar los datos de la cuenta, la página lo guiará.

Gráfica 21. Crear o iniciar sesión en Amazon



Inicia sesión o crea tu cuenta AWS

¿Cuál es su correo electrónico o teléfono móvil?

Mi e-mail o teléfono móvil:

Soy un usuario nuevo.

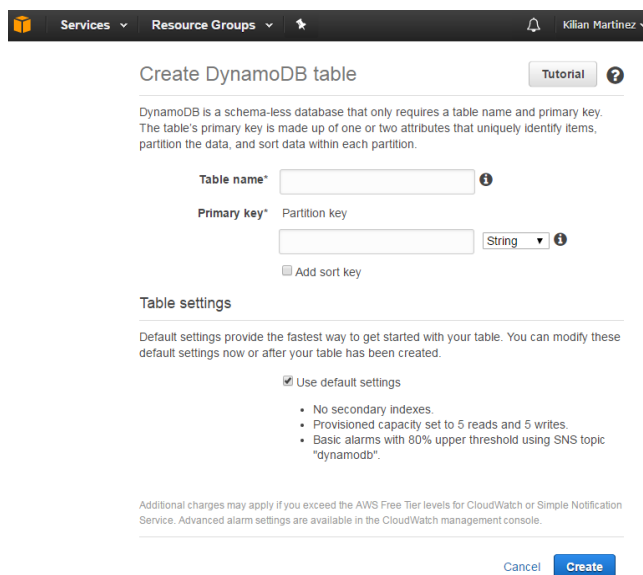
Soy usuario registrado y mi contraseña es:

[¿Has olvidado tu contraseña?](#)

2. Una vez dentro de Amazon Web Services se utilizara el servicio Dynamodb para la recepción y almacenamiento de los datos enviados por el sensor DHT11.

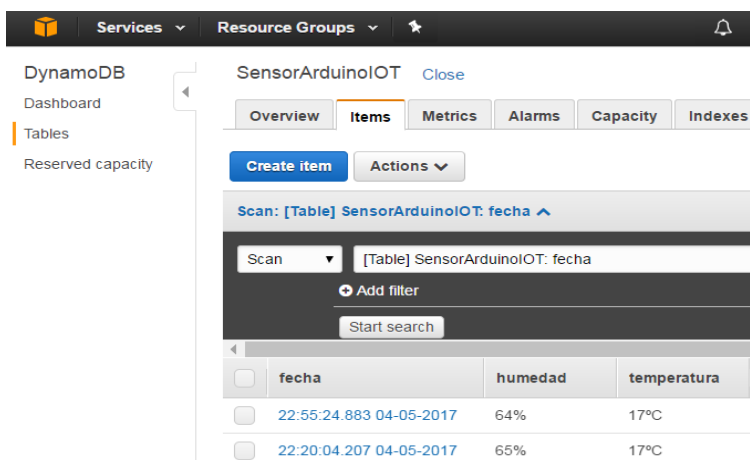
En la parte superior izquierda se encuentran la variedad de servicios ofrecidos por Amazon, allí se debe ubicar Dynamodb. Mayor detalle del procedimiento en [anexo 2](#).

Gráfica 22. Creación de Tablas Dynamodb



Se creó la tabla SensorArduinoIoT con las variables (fecha, humedad y temperatura)

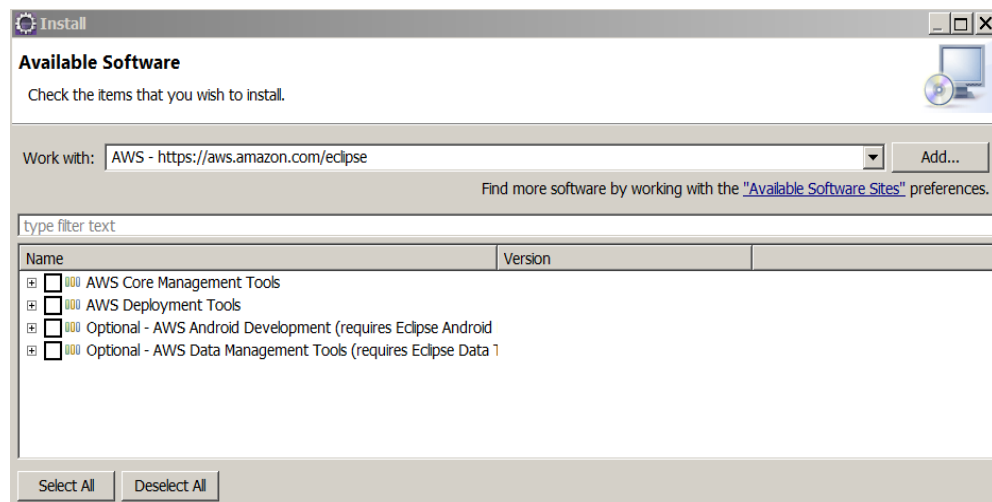
Gráfica 23. Tabla de Datos Dynamodb



Para la administración y acceso a nuestra base de datos en Amazon se debe instalar dentro de Eclipse IDE AWS Toolkit

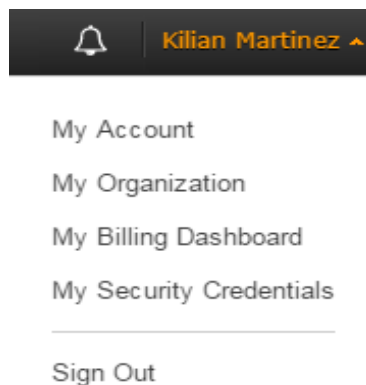
- Dentro de Eclipse, pulse Ayuda y haga clic en Instalar nuevo software.
- En el trabajo con el cuadro, el tipo <https://aws.amazon.com/eclipse> y luego presione Enter.
- Elija los componentes del kit de herramientas de AWS para Eclipse que desea instalar. Haga clic en Seleccionar todo para instalar todos los componentes a la vez.

Gráfica 24. Tabla de Datos Dynamodb



Access keys consiste en una clave secreta de identificación que se utiliza para firmar las solicitudes de programación que se realicen a AWS, es decir que cada vez que se realiza una petición al servidor de AWS está necesita de una validación previa.

Gráfica 25. Tabla de Datos Dynamodb



- Abra la consola de IAM Console.
- En el menú de navegación, haga clic en User.
- Seleccione su nombre de usuario de IAM.
- Haga clic en User Actions y a continuación haga clic en Manage Access Keys
- Haga clic en Create Access Key.

Sus Keys se verán de la siguiente forma:

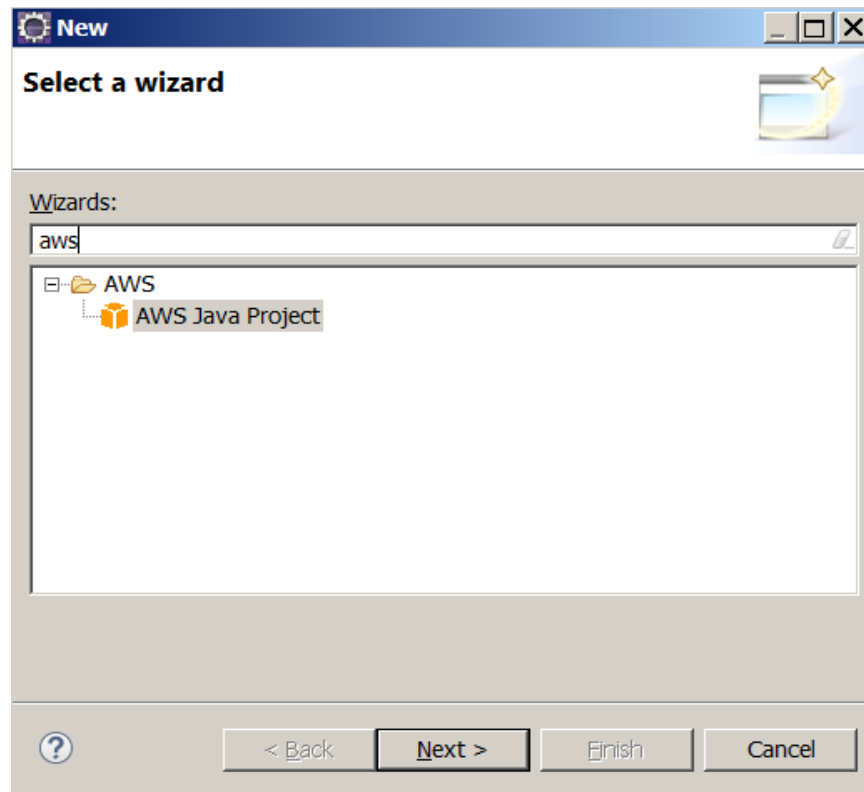
Acceso ejemplo clave de identificación: **LKNJPKSFODNN7EXAMPLE**

Acceso secreto ejemplo clave: **wJalrXUtnLKJlkjJLpooG/bPxRfiCYEX**

- Haga clic en Download Credentials, almacenar las keys en un lugar seguro.

Crear un proyecto AWS Java Project, para más detalle del procedimiento ver [anexo 2](#).

Gráfica 26. Tabla de Datos Dynamodb



A continuación, se muestra el código que realiza la validación de la cuenta y su clave de acceso, esta configuración debe realizarse en la configuración del

proyecto, para el detalle ver [anexo 2](#).

Gráfica 27. Validación Credenciales Amazon en Java

```
53 public class AmazonDynamoDBSample {
54
55     static AmazonDynamoDBClient dynamoDB;
56     Enumeration puertos_libres = null;
57     String tableName = "SensorArduinoIOT";
58     CommPortIdentifier port = null;
59     SerialPort puerto_ser = null;
60     OutputStream out = null;
61     InputStream in = null;
62     InputStream hu = null;
63     int temperatura=10;
64     Thread timer;
65     private static void init() throws Exception {
66
67         AWSCredentials credentials = null;
68         try {
69             credentials = new ProfileCredentialsProvider("AWS").getCredentials()
70         } catch (Exception e) {
71             throw new AmazonClientException(
72                 "No se pudo localizar las credenciales",
73                 e);
74         }
75         dynamoDB = new AmazonDynamoDBClient(credentials);
76
77         Region usWest2 = Region.getRegion(Regions.US_WEST_2);
78         dynamoDB.setRegion(usWest2);
79     }
```

Desde el proyecto se puede administrar la base de datos y crear tablas directamente en DynamoDB, para este caso se crea el atributo llamado “fecha” directamente desde aquí.

En seguida se crea un hilo que traerá el tiempo que demora la transacción, este resultado se almacena en el atributo “fecha”.

Gráfica 28. Administrar DynamoDB en Java

```
public void ejecutar_proceso() throws InterruptedException{
    try {

        String tableName = "SensorArduinoIOT";
        // Crea la tabla con clave primaria fecha
        CreateTableRequest createTableRequest = new CreateTableRequest().withTableName(tableName)
            .withKeySchema(new KeySchemaElement().withAttributeName("fecha").withKeyType(KeyType.HASH))
            .withAttributeDefinitions(new AttributeDefinition().withAttributeName("fecha").withAttributeType(ScalarAttributeType.S))
            .withProvisionedThroughput(new ProvisionedThroughput().withReadCapacityUnits(1L).withWriteCapacityUnits(1L));

        // Crea la tabla si esta no existe
        TableUtils.createTableIfNotExists(dynamoDB, createTableRequest);
        TableUtils.waitUntilActive(dynamoDB, tableName);

        // Describiendo la table
        DescribeTableRequest describeTableRequest = new DescribeTableRequest().withTableName(tableName);
        TableDescription tableDescription = dynamoDB.describeTable(describeTableRequest).getTable();
        System.out.println("Table Description: " + tableDescription);

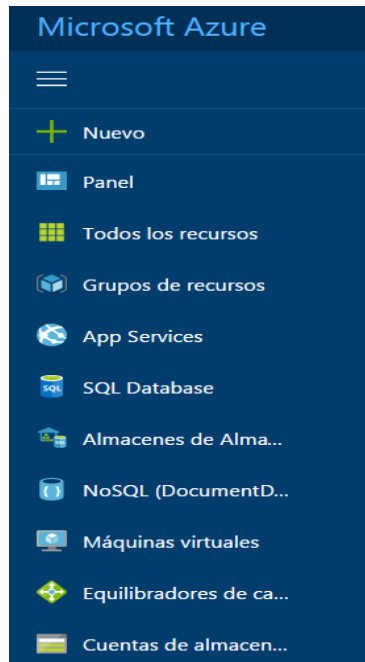
        // Adicionando el item
        timer = new Thread(new ImplementoRunnable());
        timer.start();
        timer.interrupt();
        puertos_libres = CommPortIdentifier.getPortIdentifiers();
        int aux=0;
        while (puertos_libres.hasMoreElements())
        {
            port = (CommPortIdentifier) puertos_libres.nextElement();
            int type = port.getPortType();

            {
```

2.2.3. Arquitectura de Componentes Azure

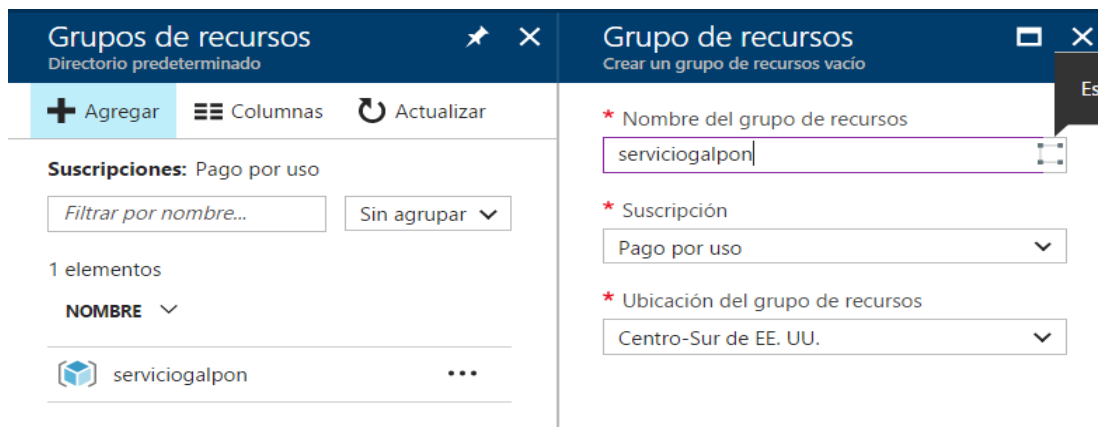
En la gráfica 27 se puede observar la arquitectura implementada en el desarrollo con los servicios de Amazon y los componentes mencionados anteriormente, se indica el flujo de datos y la relación de estos componentes. A diferencia del proceso realizado con Amazon se puede identificar que no existe componente de seguridad que controle el acceso al servidor SQL, por otra parte, se tiene un cliente FTP el cual transfiere los datos de Java hacia nuestro servidor SQL.

Gráfica 31. Servicios Azure



GRUPO DE RECURSOS: En esta sección vamos a crear un grupo de recursos llamado “serviciogalpon”, al adicionar nuevos servicios los vamos agregar a este grupo de recursos.

Gráfica 32. Grupo Recursos Azure



SQL SERVER: En esta sección se parametriza el servidor usado de SQL en la nube.

Gráfica 33. SQL Server Azure

SQL Server (solo servidor ló... ✕

- * Nombre del servidor: ✓
- * Inicio de sesión del administrador del servidor: ✓
- * Contraseña: ✓
- * Confirmar contraseña: ✓
- * Suscripción: ▼
- * Grupo de recursos Crear nuevo Usar existente
 ▼
- * Ubicación: ▼
- Permitir que los servicios de Azure accedan al servidor

SQL DATABASE: El nuevo servicio que se agrega es SQL DATABASE en este caso se llama “**datasensor**” después se debe relacionar con nuestro el de recursos “**serviciogalpon**” adicionalmente con el servidor SQL “**servidorgalpon**”.

Gráfica 34. SQL DataBase Amazon

SQL Database Directorio predeterminado ✕

+ Agregar Columnas Actualizar

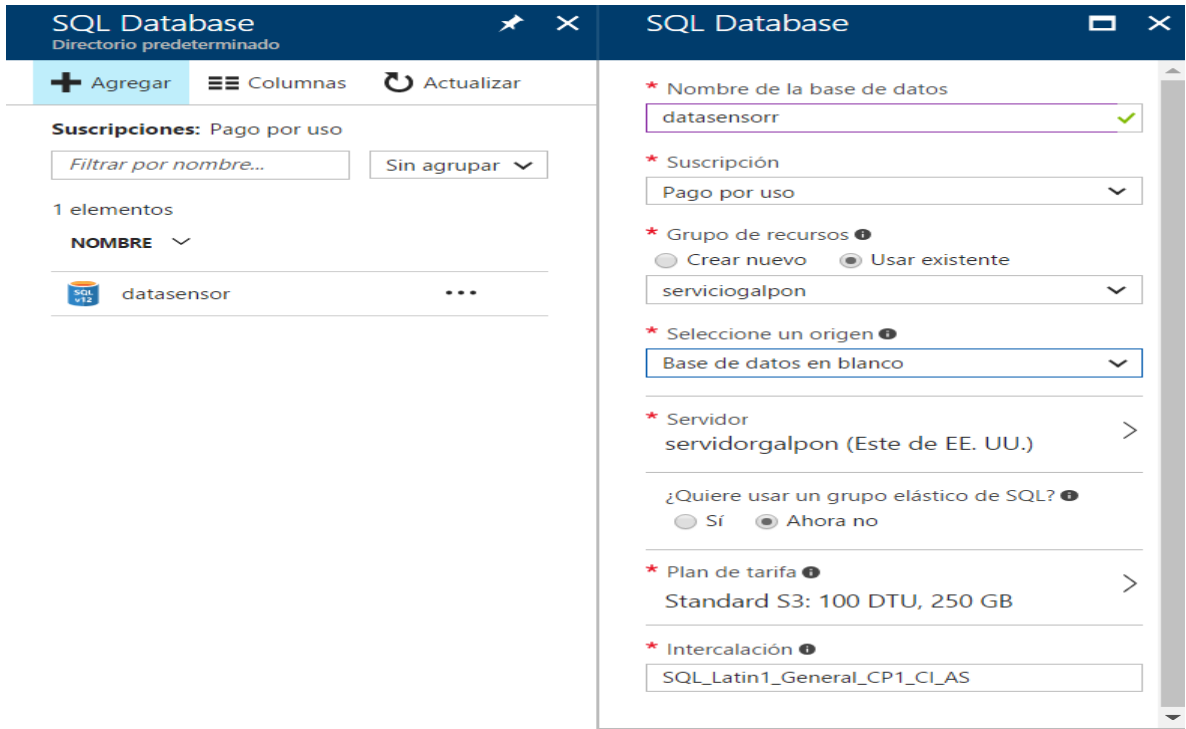
Suscripciones: Pago por uso

▼

1 elementos

NOMBRE	
datasensor	...

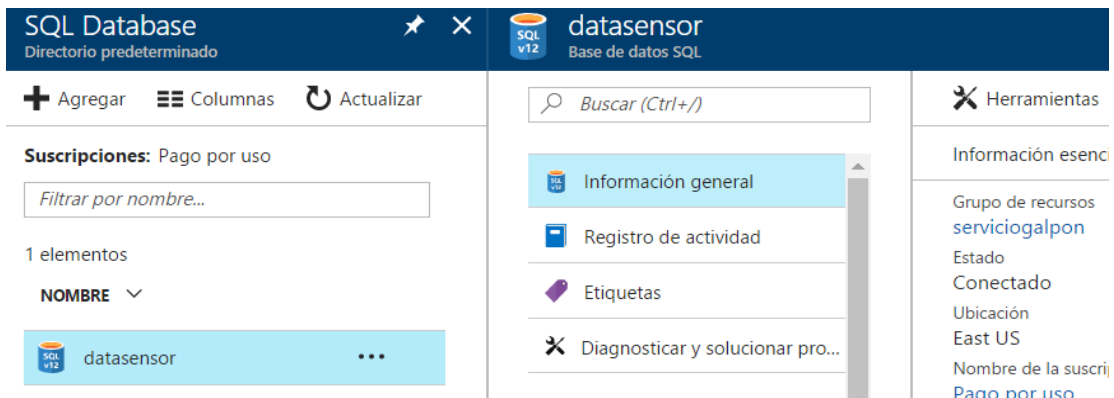
Gráfica 35. SQL DataBase Amazon Details



Para la creación de las tablas vamos a ir a Herramientas -> Editor de Consultas

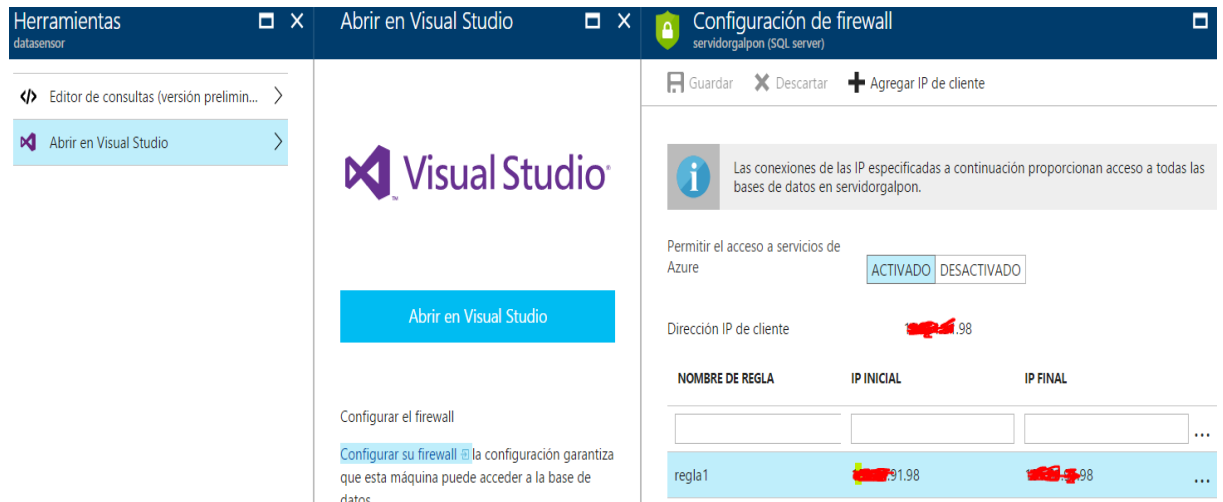
- Tenemos la posibilidad de descargar **visual studio** con el complemento de SQL Server Data Tools para la creación de las tablas, es algo opcional esta vez lo realizaremos por el editor.

Gráfica 36. Crear Tablas SQL Database Azure



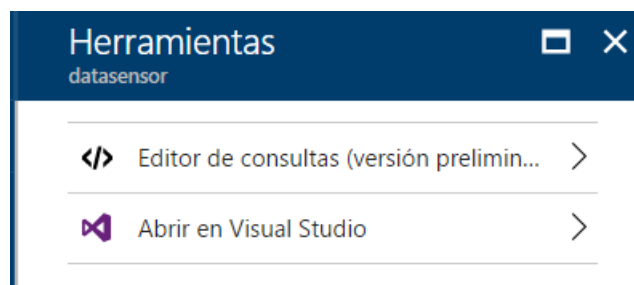
Para garantizar la conexión a la base de datos se configuran una serie de reglas necesarias las cuales definen las direcciones IP que pueden tener acceso a consultar o modificar datos en el servidor de la nube de Azure.

Gráfica 37. Filtro Acceso IP Azure



Se ingresa al Editor de consultas

Gráfica 38. Editor Tablas Azure



Es necesario iniciar sesión con las credenciales del servidor SQL previamente configuradas.

Gráfica 39. Editor Tablas Azure

Editor de consultas (versión preliminar)

Ejecutar Inicio de sesión Abrir consulta Guardar consulta Comentarios

Inicio de sesión

Tipo de autorización
Autenticación de SQL Server

* Inicio de sesión
ucatolicaiot

* Contraseña
.....

Aceptar Cancelar

Se a creó la tabla donde se guarda la información con el siguiente Script, que contiene 4 variables (ID, TEMPERATURA, HUMEDAD Y FECHA)

Gráfica 40. Crear Base de Datos

Editor de consultas (versión preliminar)

Ejecutar Inicio de sesión Abrir consulta Guardar consulta Comentarios

Autenticado como ucatolicaiot

```
1 CREATE TABLE sensorr (ID int NOT NULL auto increment, TEMPERATURA VARCHAR(20), HUMEDAD VARCHAR(20), FECHA DATE)
```

La tabla fue creada exitosamente.

Por medio de PHP se configura la conexión al servidor SQL en Azure, quien recibe por el método GET los parámetros enviados desde Java. Para escribir estos datos a la tabla “sensor” se utiliza un “insert into”.

Gráfica 41. Conexión a SQL Server con PHP

```
<?php
// PHP Data Objects(PDO) Sample Code:
//INICIAR CONTEO
if(isset($_GET["temperatura"])&&isset($_GET["humedad"])){
    try {
        $time_start=microtime(true);
        $conn = new PDO("sqlsrv:server = tcp:servidorgalpon.database.windows.net,1433; Database = datasensor", "ucaticaiot", "Admon123");
        $conn->setAttribute(PDO::ATTR_ERRMODE, PDO::ERRMODE_EXCEPTION);
        //
        $sql="INSERT INTO sensor(temperatura,humedad)values('{$_GET["temperatura"]}','{$_GET["humedad"]}');";
        $conn->exec($sql);
        $time_stop=microtime(true);
        $total_time=$time_stop-$time_start;

        $sql ="update sensor set tiempo ='{$total_time}' where id = (select max(id) from sensor)";
        $conn->exec($sql);
        echo "Se ingresaron los datos a travez del sensor";
    }
    catch (PDOException $e) {
        print("Error connecting to SQL Server. kilian");
        echo "Admon123";
        die(print_r($e));
    }
}
```

Se utiliza un cliente FTP que permite conectar desde el ordenador a un servidor Web para este caso servidor de Azure, desde allí se puede subir o bajar información.

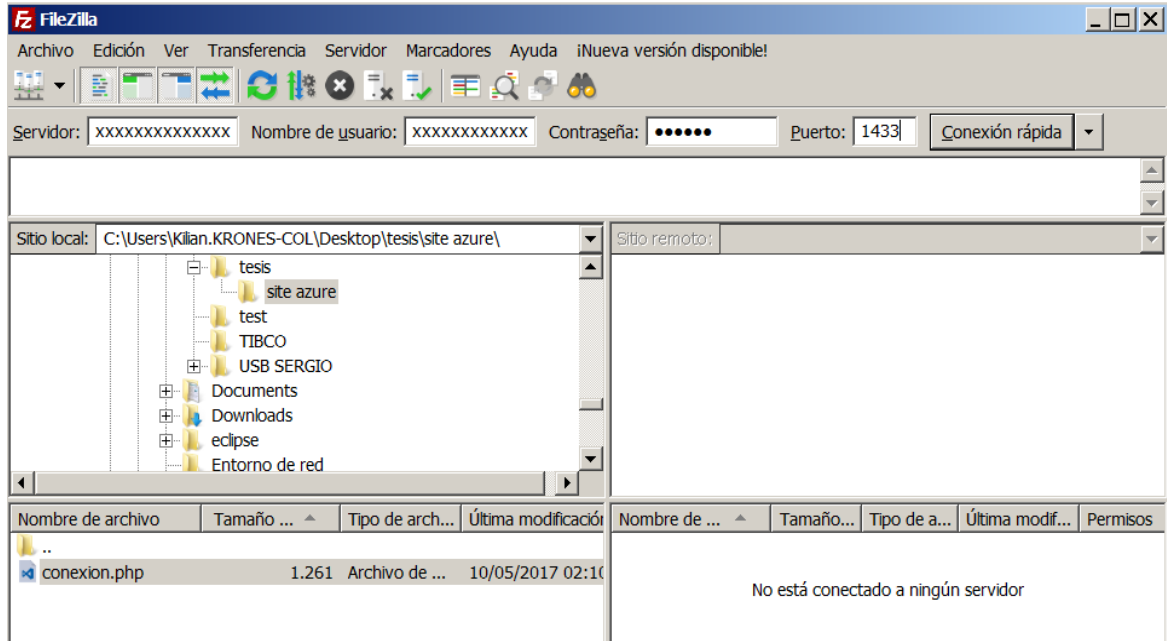
Link de descarga: <https://filezilla-project.org/>

Después de realizar la descarga se configuran los parámetros del servidor, nombre del servidor, usuario, contraseña y puerto, después seleccionar el archivo de transferencia. php

Gráfica 42. Archivo de conexión ftp



Gráfica 43. Configuración FTP



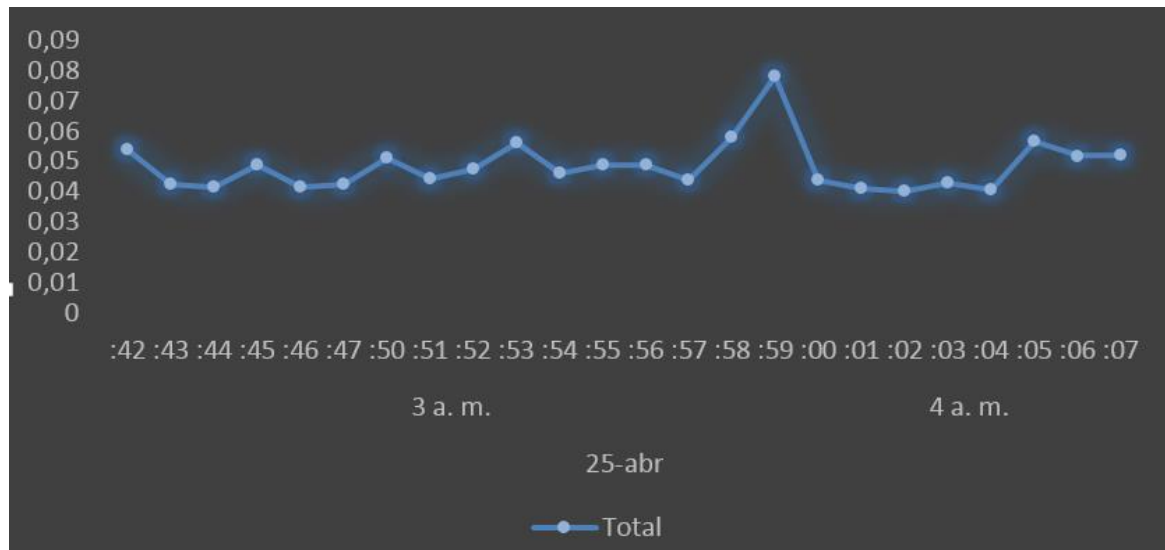
3. AMAZON VS AZURE

Se realiza la implementación de la aplicación IoT en infraestructura ofrecida por Amazon y Azure independientemente para analizar resultados y evaluaciones a juicio de experiencia y de métricas.

3.1 RESULTADOS AZURE

Se realiza la medición de tiempos de respuesta usando la base de datos implementada para guardar la información capturada por la aplicación de temperatura y humedad, para esto se cargaron datos de prueba a diferentes horas y diferentes días, obteniendo los siguientes resultados.

Gráfica 44. Tiempo de respuesta Azure



Se obtiene un tiempo de respuesta de 4,8 milisegundos con una muestra de 1000 datos cargados a la nube de Azure.

Se sometió a evaluación el servidor de infraestructura Azure mediante la siguiente matriz que evalúa atributos de software con base a un puntaje definido:

Tabla 9. Tabla de calificación resultados

Muy adecuado	Bastante adecuado	Adecuado	Poco Adecuado
10	7	4	1

La calificación obtenida es en base a los resultados obtenidos de eficiencia y al juicio de experiencia que se representa en el manual diseñado para Azure.

Tabla 10. Tabla de evaluación resultados Azure

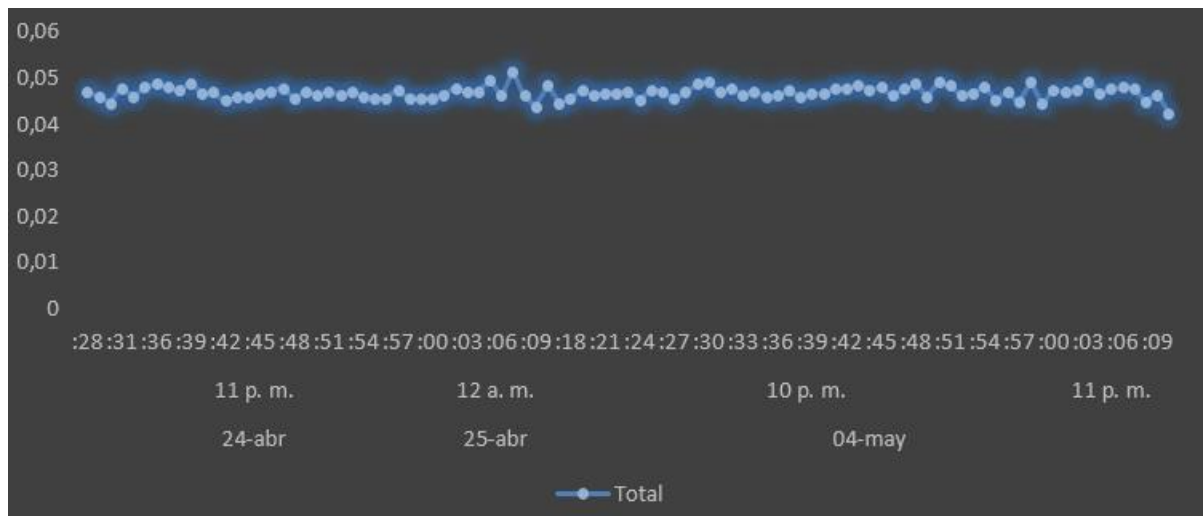
ELEMENTOS		MUY ADECUADO	BASTANTE ADECUADO	ADECUADO	POCO ADECUADO
Software amigable		X			
Adecuación al usuario (contenido y posibilidades)	al	X			
Cantidad de información y datos almacenados	de	X			
Nivel de Claridad de la información presentada			X		
Recursos para buscar y procesar datos			X		
Facilidad de implementación			X		
Escalabilidad		X			
Ofrece estadísticas		X			
Ofrece Informes			X		
Tutoriales		X			
Soporte técnico		X			
Soporte de Ayuda		X			
Competitividad (oferta de servicios)		X			
Tiempo de implementación	de		X		
Precio			X		

Evaluando los resultados con los puntajes este proveedor de infraestructura obtuvo un puntaje de 132 puntos de 150 posibles. Teniendo como puntajes bajos en el costo y el tiempo de instalación e integración con la aplicación y destacando la usabilidad, el soporte y la amigabilidad para presentar información al usuario.

3.2 RESULTADOS AMAZON

Se realiza la medición de tiempos de respuesta usando la base de datos implementada en este caso para Amazon que de igual forma permite parametrizar las variables de entrada que se capturan como datos de la aplicación IoT, para ser equitativos con las mediciones se dejan las estructuras de las tablas de igual forma, de esta forma la cantidad de datos enviados por petición será equitativa.

Gráfica 45. Tiempo de respuesta Amazon



Se obtiene un tiempo promedio de respuesta de 4,5 milisegundos con una muestra de 1000 datos cargados en la nube de Amazon.

Se sometió a evaluación el servidor de infraestructura Amazon de igual forma con la misma matriz y los mismos puntajes asignados y teniendo en cuenta que la calificación obtenida es en base a los resultados obtenidos de eficiencia y al juicio de experiencia que se representa en el manual diseñado para Amazon.

Tabla 11. Tabla de evaluación resultados Amazon

ELEMENTOS	MUY ADECUADO	BASTANTE ADECUADO	ADECUADO	POCO ADECUADO
Software amigable	X			
Adecuación al usuario (contenido y posibilidades)	X			
Cantidad de información y datos almacenados	X			
Nivel de Claridad de la información presentada			X	
Recursos para buscar y procesar datos	X			
Facilidad de implementación		X		
Escalabilidad	X			
Ofrece estadísticas	X			
Ofrece Informes	X			
Tutoriales	X			
Soporte técnico	X			
Soporte de Ayuda	X			
Competitividad (oferta de servicios)	X			
Tiempo de implementación		X		
Precio		X		

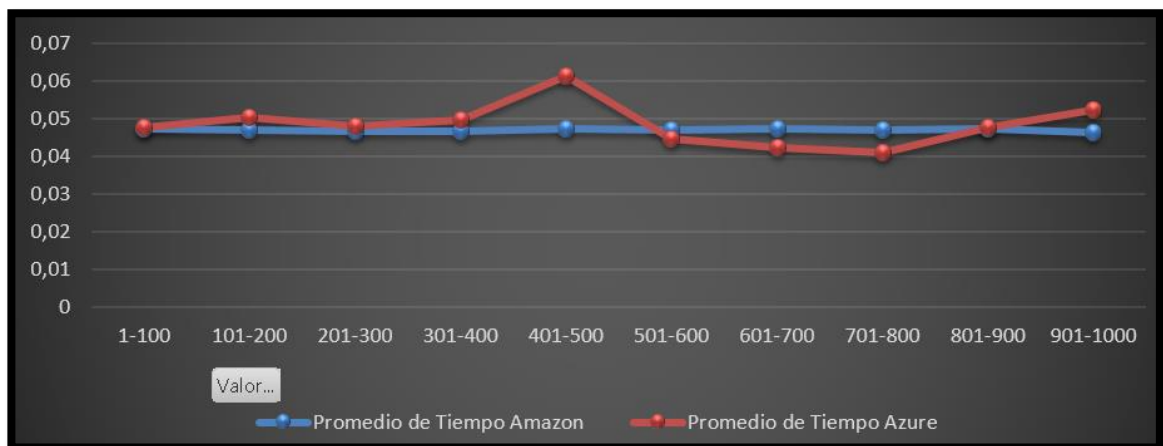
Este proveedor de infraestructura obtuvo un puntaje de 135 sobre 150 posibles teniendo puntajes bajos en la claridad para presentar información y destacando la velocidad de respuesta rápida y la competitividad.

3.3 COMPARATIVO DE RESULTADOS

Teniendo en cuenta los datos de prueba obtenidos en la implementación se evidencia que ambas plataformas tienen una respuesta muy rápida y en conjunto promedian un tiempo de respuesta de 4.65 milisegundos. Para dar un juicio en cuanto al tiempo de respuesta, se tomó una muestra significativa de datos en la cual la cantidad de datos tomados de la aplicación con infraestructura en Azure coinciden con la cantidad de datos tomada de la aplicación montada con infraestructura Amazon.

Obteniendo el siguiente resultado en cuanto a la velocidad promedio de respuesta del servidor asignado para guardar los datos enviados:

Gráfica 46. Tiempo de respuesta promedio comparativo



4. DISEÑO MANUALES DE LABORATORIO

En este capítulo se plantean los entregables que deriva este proyecto las cuales constaran desde la instalación del software requerido y las instrucciones para acoplar el hardware usado como lo son la placa de Arduino y el sensor de humedad y temperatura,

Se definen los siguientes entregables:

- Manual Instalación Arduino y sensor
- Manual de Implementación en Azure
- Manual de Implementación en Amazon

Se debe tener en cuenta que los manuales fueron diseñados para sistema operativo Windows, a pesar de usar software multiplataforma es importante tener en cuenta que el diseño de los manuales se basó en dicho sistema.

Los manuales planteados se encontrarán como anexos en el trabajo de grado, en este se harán referencias a dichos anexos para dar una mayor profundidad y claridad a la descripción de lo que se implementó en el capítulo 2.

4.1 Evaluación eficacia y viabilidad de los manuales de laboratorio

En esta sección se evaluarán los manuales generados en el capítulo 2 utilizando dos criterios de calificación en los cuales participarán 10 estudiantes de una carrera a fin con el proyecto, el primero la eficacia la cual relaciona los objetivos planteados en esta idea de trabajo de grado y los resultados obtenidos en el mismo para conocer la percepción de las personas frente al desarrollo y cumplimiento del mismo. El segundo criterio es la viabilidad que se enfocará en establecer el nivel de utilidad captado por el público para usar lo aprendido y llevar a cabo una implementación de este tipo con la infraestructura sugerida.

4.1.1 Eficacia Manuales de laboratorio

Para la evaluación de este criterio se tomó una muestra de 10 estudiantes de ingeniería de Sistemas de semestre mayor a octavo semestre para la valoración de los manuales desarrollados y se solicitó una por cada uno donde se pregunta lo siguiente:

1. Para evaluar el formato
 - 1.1. ¿Considera el manual claro para presentar el contenido?
 - 1.2. ¿Considera manejable el manual? considerando el tamaño del mismo frente al tema tratado

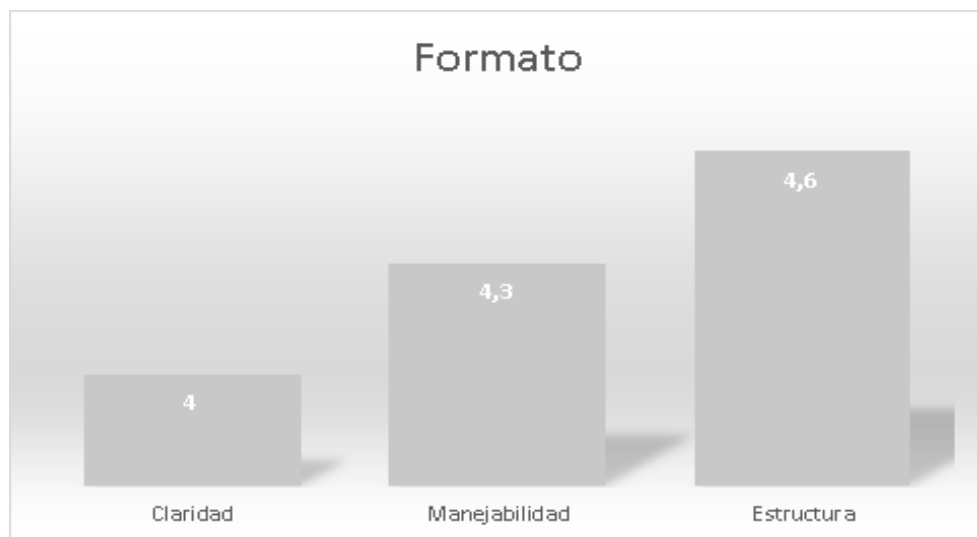
- 1.3. ¿La estructura del manual es entendible?
2. Para evaluar el contenido
 - 2.1. Secuenciación de los pasos concisa
 - 2.2. Coherencia en la escritura
 - 2.3. Maneja temas de actualidad
 - 2.4. Vocabulario adecuado para el gremio de Ingenieros
 - 2.5. Estilo
 - 2.6. Gráficas adecuadas al contexto
 - 2.7. Desarrollo de contenido adecuado
3. Observaciones
 - 3.1. Si tiene alguna duda o sugerencia por favor escribirla

Las preguntas de la sección 1 y 2 se evalúan de 1 a 5 siendo 1 “MALO” y 5 “MUY BUENO”, la pregunta de la sección 3 es diligenciada de forma abierta para opinión de cada estudiante que respondió la encuesta.

4.1.1.1 Eficacia manual Arduino

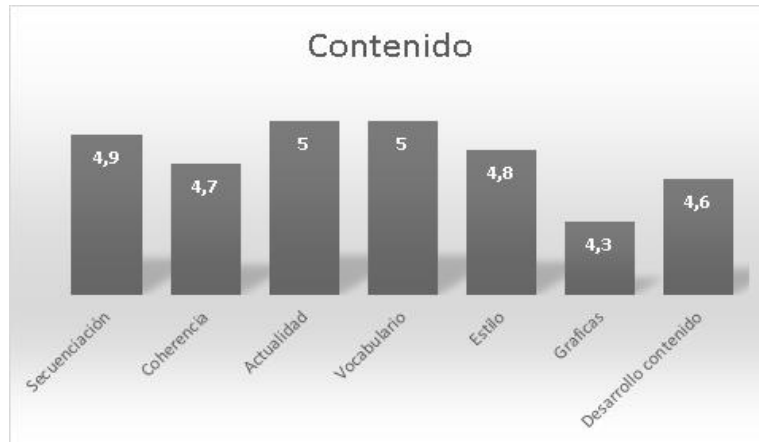
Se evaluará el manual de implementación en Arduino teniendo en cuenta el formato (claridad, manejabilidad y estructura)

Gráfica 47. Evaluación formato manual Arduino



También teniendo en cuenta el contenido (secuenciación, coherencia, tema actual, vocabulario, estilo, evaluación de gráficas según contexto, Desarrollo de contenido)

Gráfica 48. Evaluación contenida manual Arduino

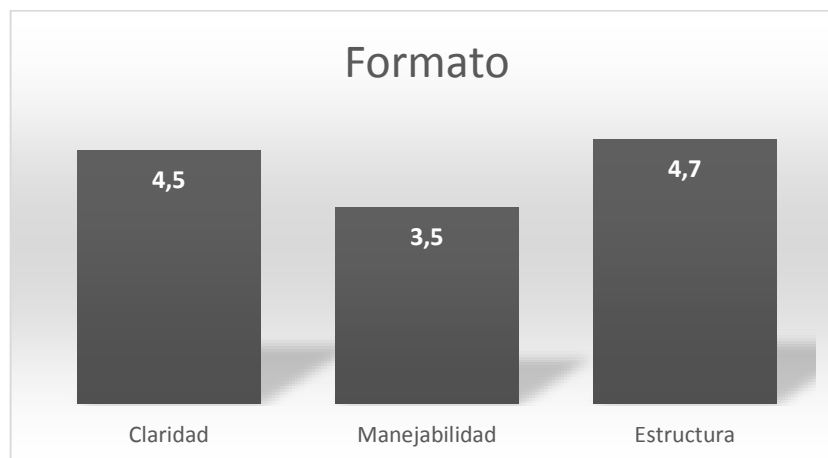


Siendo 5 el 100% de eficacia, la eficacia del manual de Arduino es del 92.4% usando una media aritmética con los datos obtenidos.

4.1.1.2 Eficacia manual Azure

Se evaluará el manual de implementación en Azure teniendo en cuenta el formato (claridad, manejabilidad y estructura)

Gráfica 49. Evaluación formato manual Azure



También teniendo en cuenta el contenido (secuenciación, coherencia, tema actual, vocabulario, estilo, evaluación de gráficas según contexto, Desarrollo de contenido)

Gráfica 50. Evaluación contenida manual Azure

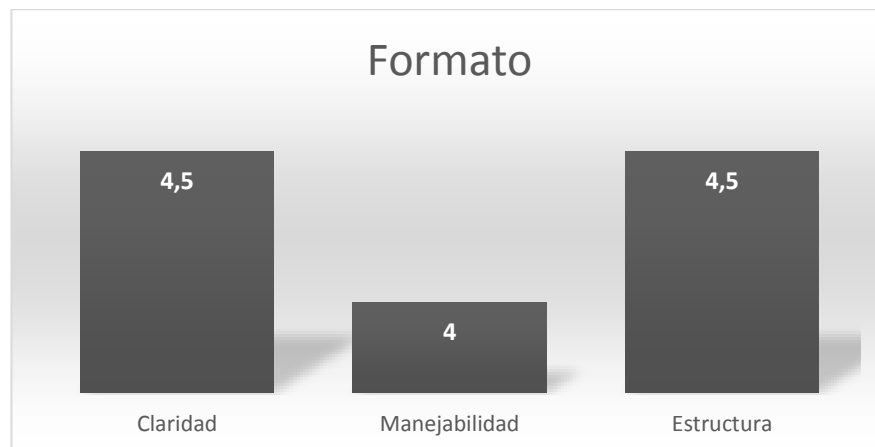


Siendo 5 el 100% de eficacia, la eficacia del manual de Azure es del 92% la forma de calcularla fue usando la media aritmética.

4.1.1.2 Eficacia manual Amazon

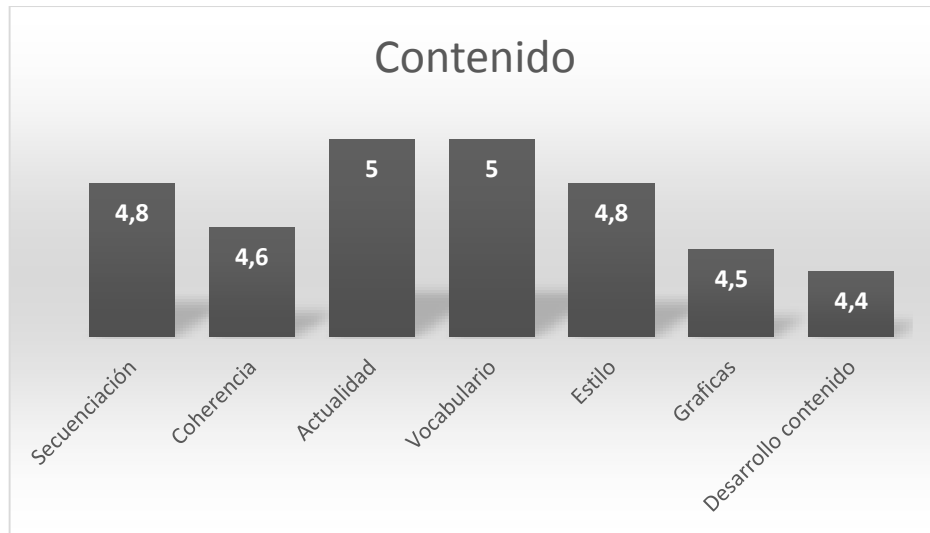
Se evaluará el manual de implementación en Amazon teniendo en cuenta el formato (claridad, manejabilidad y estructura)

Gráfica 51. Evaluación formato manual Amazon



También teniendo en cuenta el contenido (secuenciación, coherencia, tema actual, vocabulario, estilo, evaluación de gráficas según contexto, Desarrollo de contenido)

Gráfica 52. Evaluación contenida manual Amazon



Siendo 5 el 100% de eficacia, la eficacia del manual de Amazon es del 92.2% calculando con la media trigonométrica.

4.1.2 Viabilidad de la implementación

En esta sección se evaluará la viabilidad desde la perspectiva de los encuestados para mostrar la visión que se tiene del proyecto, su utilidad y su aplicabilidad en la actualidad tecnológica.

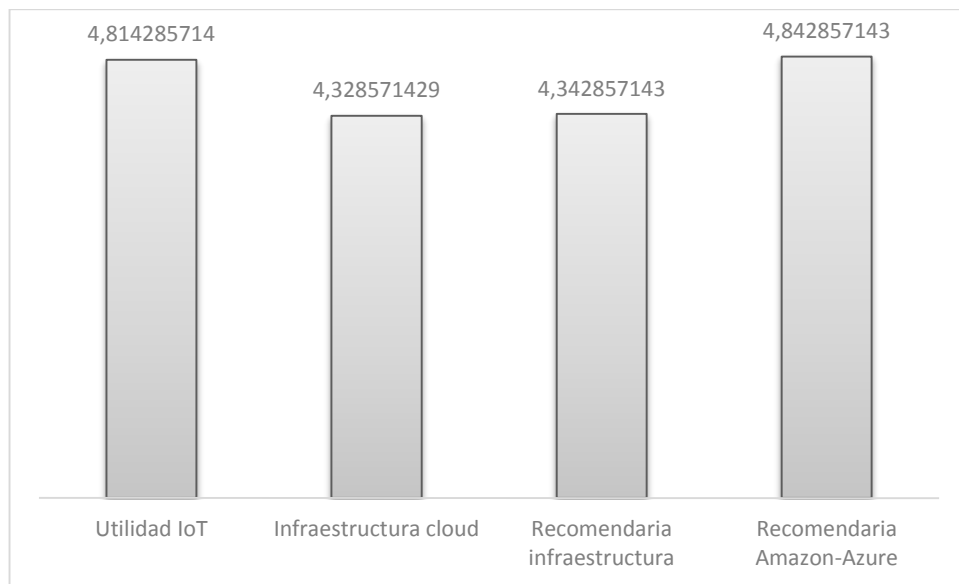
Se plantean las siguientes preguntas

1. ¿Encuentra útil conocer el mundo de IoT?
2. ¿Está de acuerdo en que la infraestructura cloud es una opción óptima para este tipo de aplicaciones?
3. ¿Sugeriría implementaciones de tipo IoT con esta infraestructura en un futuro a sus empresas o clientes comerciales?
4. ¿Basado en las estadísticas mostradas recomendaría los proveedores de servicios cloud Amazon y Azure?

4.1.2.1 Resultado de viabilidad

Se tomó la muestra de 10 estudiantes de ingeniería de sistemas los cuales dieron mediante la encuesta la visión de la utilidad del proyecto planteado y se refleja mediante la siguiente gráfica.

Gráfica 53. Viabilidad de la propuesta del proyecto



5. CONCLUSIONES

El objetivo de este proyecto consistía en implementar una aplicación IoT con diferentes infraestructuras, teniendo la visión de que esta tecnología obtendría un gran impacto en un futuro no muy lejano, esta implementación cedió la oportunidad de evaluar criterios de medición para las posibles implementaciones, entre otras cosas se pudo percibir la amigabilidad que tienen los proveedores de servicios en la actualidad para parametrizar dichas aplicaciones y se evidenció que el procedimiento para realizar estas implementaciones es muy similar entre los proveedores de este servicio.

Con base a las implementaciones realizadas se obtuvo que Amazon es un proveedor de servicios con un rendimiento un poco mayor en estos momentos con casi medio milisegundo de diferencia en tiempo de respuesta frente a Azure, aunque esto no implique una medida que desvalore la oferta de servicios de Azure, ambas empresas tienen un soporte adecuado y bastante óptimo para la demanda que se necesita en cuanto al manejo de datos y a la velocidad de procesamiento de la información.

Al seguir secuencialmente cada implementación con cada proveedor de servicios con soporte IoT desde la perspectiva del proyecto cuando la implementación se requiera hacer por parte de personas sin experiencia en desarrollo de aplicaciones ni conocimientos en lenguajes de programación, se recomienda usar Azure, ya que es más amigable que Amazon quien exige un poco más de conocimiento técnico y que cuenta con menos documentación de consulta.

Dada la diversidad de posibles aplicaciones IoT como se observó en algunos ejemplos, cuando se requiera una implementación que exija almacenar grandes volúmenes de datos para ser analizados en tiempo real es necesaria una infraestructura rápida por lo que dado este caso se recomendaría usar Amazon.

6. RECOMENDACIONES

- Para dar un mejor uso a esta investigación es necesario consultar información en las páginas de los proveedores de infraestructura ya sea de Amazon o de Azure.
- Se sugiere realizar la implementación en otros sistemas operativos distintos a Windows para garantizar que el software usado es multiplataforma y no tiene inconvenientes de implementación
- Extender el estudio a otras plataformas que den soporte a IoT.

Bibliografía

- Amazon web services. (2017). *Amazon web services*. Obtenido de Amazon web services: <https://aws.amazon.com/es/products/>>
- Amazon web services. (2017). *Internet de la cosas*. Obtenido de Internet de la cosas: <https://aws.amazon.com/es/iot/>
- Anónimo. (2015). *lotpreneur*. Obtenido de lotpreneur: <http://www.iotpreneur.com/internet-de-las-cosas-y-el-ciclo-de-sobreexpectacion-de-gartner-i/>>
- Anónimo. (2016). *Universidad del Rosario*. Obtenido de Universidad del Rosario: http://www.uv.es/rosado/courses/sid/Capitulo3_rev0.pdf.
- Anónimo. (2017). *Private Cloud Solution*. Obtenido de <http://newscloud-solution.info/private-cloud-solution/>
- Arduino. (2017). <https://www.arduino.cc/>. Obtenido de <https://www.arduino.cc/>: <https://www.arduino.cc/>
- Ávila, O. (2011). Computación en la nube. *ContactoS* 80, 45-52.
- BarcelonaTech, U. P. (2017). *Centro de innovación y tecnología*. Obtenido de Centro de innovación y tecnología: http://cit.upc.edu/es/tecnologias/tecnologia/7/tecnologias_de_la_informacion_y_de_las_comunicaciones_tic.
- Canal Comstor. (2014). *Nube pública, privada o híbrida: ¿cuál es la mejor para tu empresa?* Obtenido de Nube pública, privada o híbrida: ¿cuál es la mejor para tu empresa?: <http://blogmexico.comstor.com/nube-publica-privada-o-hibrida-%C2%BFcual-es-la-mejor-para-tu-empresa>
- Cano, J. (2016). Business intelligence: Competir con información. En J. Cano, *Business intelligence: Competir con información* (pág. 5). Big House.
- CCM Benchmark. (2017). *CCM*. Obtenido de CCM: <http://es.ccm.net/contents/263-protocolo-ftp-protocolo-de-transferencia-de-archivos>
- Cisco. (2016). *Cisco Global Cloud Index: Forecast and Methodology, 2015–2020*. Obtenido de Cisco Global Cloud Index: Forecast and Methodology, 2015–2020: <http://www.cisco.com/c/dam/en/us/solutions/collateral/service-provider/global-cloud-index-gci/white-paper-c11-738085.pdf>
- Community Foundation International. (2016). *Informática Básica - Almacenamiento en la nube*. Obtenido de Informática Básica - Almacenamiento en la nube: http://www.gcfaprendelibre.org/tecnologia/curso/informatica_basica/aplicaciones_web_y_todo_acerca_de_la_nube/3.do.
- Corporación Colombia digital . (2015). *Colombia digital*. Obtenido de Colombia digital: <https://colombiadigital.net/actualidad/articulos-informativos/item/8316-recursos-publicos-para-financiar-proyectos-de-innovacion-en-colombia.html>
- D-Robotics UK. (2010). *DHT11 Humidity & Temperature Sensor*. Obtenido de DHT11 Humidity & Temperature Sensor: <http://www.micropik.com/PDF/dht11.pdf>

- Edriel. (2017). <http://edriel.com/coches-conectados-iot-en-estado-puro>. Obtenido de <http://edriel.com/coches-conectados-iot-en-estado-puro>: <http://edriel.com/coches-conectados-iot-en-estado-puro>
- Escuela Internacional de Agricultura y Ganadería Rivas, Nicaragua. (2002). *Curso de Avicultura*. Nicaragua: Editorial Enlace.
- Evans, D. (2011). The Internet of Things How the Next Evolution of the Internet Is Changing Everything. *Cisco Internet Business Solutions Group (IBSG)*.
- Gartner. (2017). *Gartner Says 6.4 Billion Connected "Things" Will Be in Use in 2016, Up 30 Percent From 2015*. Obtenido de Gartner Says 6.4 Billion Connected "Things" Will Be in Use in 2016, Up 30 Percent From 2015: <http://www.gartner.com/newsroom/id/3165317>
- Gonzalez, J., Monroy, J., & Patarroyo, A. (2011). *Monitoreo de variables ambientales influyentes en la crianza de pollos de engorde utilizando redes de sensores inalámbricas*. Tesis, Bogotá.
- Google. (2016). *Google IPv6*. Obtenido de <http://www.google.com/intl/es/ipv6/faq.html>
- Guinard, D. (2016). *Web of Things vs Internet of Things: 1/2*. Obtenido de Web of Things vs Internet of Things: 1/2: <http://webofthings.org/2016/01/23/wot-vs-iot-12/>
- IBM Cloud - Colombia. (2016). <http://www.ibm.com/cloud-computing/co/es/>. Obtenido de <http://www.ibm.com/cloud-computing/co/es/>: <http://www.ibm.com/cloud-computing/co/es/>
- IEEE. (2017). *IEEE Internet of Things*. Obtenido de IEEE Internet of Things: <http://iot.ieee.org/>
- Juan, A., González, P., Pablo, J., Bustos, M., & Sánchez, A. (2011). Tesis. 1248-1252.
- Krall, C. (s.f.). http://www.aprenderaprogramar.com/index.php?option=com_attachments&task=download&id=139. Obtenido de http://www.aprenderaprogramar.com/index.php?option=com_attachments&task=download&id=139
- Kranen, R., Scheele, C., Veerkamp, C., Lambooy, E., Van Kuppevelt, T., & Veerkamp, J. (1997). Susceptibility of Broiler Chickens to Hemorrhages in Muscles: The Effect of Stock and Rearing Temperature Regimen.
- Kun, Z., & Karaman, M. (2009). THE INFLUENCE OF SOME FACTORS ON CARCASS DEFECTS DURING FATTENING PERIOD IN BROILERS. *Arch. Zootec*, 58, 117-120.
- Lafuente, A. (s.f.). Introducción a los sistemas distribuidos. En A. Lafuente, *Introducción a los sistemas distribuidos*.
- Leong, L., Petri, G., Gill, B., & Dorosh, M. (2016). *Magic Quadrant for Cloud Infrastructure as a Service, Worldwide*. Obtenido de Magic Quadrant for Cloud Infrastructure as a Service, Worldwide: <http://cloudmag.ro/wp-content/uploads/2016/08/Gartner-Reprint-MQ-IAAS-08-2016.pdf>

- Maroto's, P. (2014). *Introducción a la Internet de las Cosas*. Obtenido de Introducción a la Internet de las Cosas: <https://pacomaroto.wordpress.com/about/introduccion-a-la-internet-de-las-cosas/>
- MCI electronics . (s.f.). *Arduino Uno R3*. Obtenido de Arduino Uno R3: <http://arduino.cl/arduino-uno/>
- MCI electronics. (s.f.). <http://arduino.cl/que-es-arduino/>. Obtenido de <http://arduino.cl/que-es-arduino/>: <http://arduino.cl/que-es-arduino/>
- McKee, S. (1997). *PubMed*. Obtenido de PubMed: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9355159>.
- Microsoft. (2017). *¿Qué es Azure? El mejor servicio en la nube de Microsoft* . Obtenido de ¿Qué es Azure? El mejor servicio en la nube de Microsoft : <https://azure.microsoft.com/es-es/overview/what-is-azure/>.
- Microsoft. (2017). *Microsoft Azure Términos de Computación en la nube*. Obtenido de Microsoft Azure Términos de Computación en la nube: <https://azure.microsoft.com/en-us/solutions/iot-suite/#documentation>
- Microsoft. (2017). *What is cloud computing?* Obtenido de What is cloud computing?: <https://azure.microsoft.com/en-us/overview/what-is-cloud-computing/>
- Monar, W. (2014). *Aplicación de las Redes Neuronales al Reconocimiento de Objetos en Robots Manipuladores*. Obtenido de Aplicación de las Redes Neuronales al Reconocimiento de Objetos en Robots Manipuladores.
- MQTT. (2016). <http://mqtt.org/>. Obtenido de <http://mqtt.org/>: <http://mqtt.org/>
- Panorama Audiovisual. (2017). *PanoramaAudiovisual.com*. Obtenido de PanoramaAudiovisual.com: <http://www.panoramaaudiovisual.com/2015/10/29/el-traffic-cloud-se-multiplicara-por-cuatro-entre-2014-y-2019/>
- Prometec. (s.f.). *Sensores de temperatura DHT11*. Obtenido de Sensores de temperatura DHT11: <http://www.prometec.net/sensores-dht11/>
- Ross. (2014). *Manual de manejo del pollo de engorde Ross*. Manual. Obtenido de http://eu.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/RossBroilerHandbook2014-ES.pdf