



UNIVERSIDAD  
**NACIONAL**  
DE COLOMBIA

# **FACTORES DETERMINANTES PARA LA ADOPCIÓN DE CLOUD COMPUTING DE PYMES DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ**

**Daniel Alexander Linares Puerto**

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Ingeniería, Departamento de ingeniería de sistemas e industrial  
Bogotá, Colombia

2019



---

# **FACTORES DETERMINANTES PARA LA ADOPCIÓN DE CLOUD COMPUTING DE PYMES DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ**

**Daniel Alexander Linares Puerto**

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título  
de:

**Magister en Telecomunicaciones**

Director (a):

MSc. Dipl. Ing Mario Armando Rosero Muñoz

Línea de Investigación:

Servicios de Telecomunicaciones

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ingeniería, Departamento de ingeniería de sistemas e industrial

Bogotá, Colombia

2019



*Dedicado a mi hermosa hija Juana Valentina y  
a mi señora madre por su amor incondicional.*

*Cloud se trata de cómo haces negocios, no dónde  
haces negocios. (Bob Benner, Cisco)*



## Resumen

La migración de recursos de TI al modelo de Cloud Computing es una decisión estratégica de una empresa que puede entregarle beneficios como reducción de costos, agilidad y flexibilidad para desplegar servicios, pero que a la vez puede llegar a ser difícil de implementar. Requiere la consideración y evaluación de una amplia gama de aspectos técnicos, organizacionales y del entorno. El procedimiento se dificulta sobre todo para Pymes que cuentan con sistemas legados<sup>1</sup> y que no gozan de una apropiación de servicios TIC vertiginosa. Esta tesis tiene como objetivo explorar los factores que facilitan o inhiben la decisión de migrar a la nube para este tipo de empresas y su nivel de efecto. Se construyó un modelo de investigación basado en la teoría DOI<sup>2</sup> y el marco TOE<sup>3</sup>. El modelo fue probado usando análisis factorial exploratorio y confirmatorio y con un análisis cuantitativo se muestra el nivel de impacto de las variables identificadas. Finalmente se entregan recomendaciones para que las empresas evalúen en qué medida les conviene mover sus recursos a la nube y los proveedores ajusten sus soluciones a las necesidades de estas.

**Palabras clave:** Computación en la nube, marco de referencia TOE, modelo DOI, Pymes.

---

<sup>1</sup> Un sistema heredado (Legacy System en inglés) es un sistema informático (equipos informáticos o aplicaciones) que ha quedado anticuado pero que sigue siendo utilizado por el usuario (generalmente, una organización o empresa) y no se quiere o no se puede reemplazar o actualizar de forma sencilla.

<sup>2</sup> Difusión de Innovación

<sup>3</sup> Tecnológica, organizacional y entorno.

## **Abstract**

The migration of IT resources to the Cloud Computing model is a strategic decision of a company that can deliver benefits such as cost reduction, agility and flexibility to deploy services, but at the same time can be difficult to implement. It requires the consideration and evaluation of a wide range of technical, organizational and environmental aspects. The procedure is especially difficult for SMEs that have legacy systems and do not enjoy a vertiginous appropriation of ICT services. This thesis aims to explore the factors that facilitate or inhibit the decision to migrate to the cloud for these types of companies and their level of effect. A research model based on the DOI theory and the TOE framework was built. The model was tested using exploratory and confirmatory factor analysis and a quantitative analysis shows the level of impact of the variables identified. Finally, recommendations are given so that companies can evaluate to what extent it is convenient for them to move their resources to the cloud and suppliers adjust their solutions to their needs.

**Keywords:** Cloud Computing, TOE framework, DOI model, SMEs.

# Contenido

	Pág.
Resumen.....	VII
Lista de figuras.....	XI
Lista de tablas .....	XII
Introducción .....	1
<b>1. Adopción de <i>Cloud Computing</i> en las Pymes: Un tema de investigación en deuda en Colombia</b> .....	<b>7</b>
1.1 Identificación del problema .....	7
1.2 Diseño de la investigación .....	8
1.3 Adopción empresarial de la innovación .....	10
1.3.1 El marco TOE: Tecnología-Organización-Entorno.....	11
1.3.2 DOI: El Modelo de Difusión de Innovación .....	12
1.4 Migración a la nube.....	13
<b>2. Estado del Arte</b> .....	<b>14</b>
2.1 Proceso de toma de decisiones.....	14
2.2 Sistemas de Soporte de decisión para migrar a la nube .....	14
2.3 Factores determinantes encontrados en la literatura.....	15
<b>3. Análisis de datos</b> .....	<b>19</b>
3.1 Fase de exploración.....	19
3.2 Modelo Propuesto e hipótesis.....	23
3.2.1 Características de la innovación .....	25
3.2.1.1 Ventajas relativas .....	25
3.2.1.2 Complejidad.....	27
3.2.1.3 Riesgos.....	28
3.2.2 Contexto Tecnológico.....	30
3.2.2.1 Compatibilidad .....	30
3.2.3 Contexto Organizacional.....	32
3.2.3.1 Preparación de la Pyme .....	32
3.2.3.2 Apoyo de la alta dirección.....	33
3.2.4 Factores del entorno .....	34
3.2.4.1 Diversidad de proveedores y servicios .....	34
3.2.4.2 Regulación.....	36
3.3 Prueba del Modelo Propuesto .....	39
3.3.1 Población y muestra del estudio .....	39
3.3.2 Aplicación de la encuesta .....	40

3.3.3	Modelado de ecuaciones estructurales.....	43
3.3.4	Análisis factorial exploratorio .....	43
3.3.5	Análisis factorial confirmatorio .....	45
<b>4.</b>	<b>Análisis de resultados.....</b>	<b>48</b>
<b>5.</b>	<b>Esquema sugerido de adopción de servicios en la nube para Pymes.....</b>	<b>53</b>
5.1	Fase de inteligencia (Estrategia corporativa – Entorno de la nube) .....	53
5.2	Fase de diseño (Perfilamiento de aplicaciones – evaluación de riesgos) .....	54
5.3	Fase de elección (Elección proveedor – Implementación) .....	55
<b>6.</b>	<b>Conclusiones y recomendaciones.....</b>	<b>61</b>
6.1	Conclusiones Generales.....	61
6.2	Conclusiones para la academia.....	62
6.3	Conclusiones para empresarios Pymes .....	63
6.4	Recomendaciones .....	65
6.4.1	Recomendaciones para Pymes .....	66
6.4.2	Recomendaciones para proveedores de nube nacionales .....	68
6.4.3	Recomendaciones para entes gubernamentales .....	68
6.5	Próximos pasos .....	69
<b>7.</b>	<b>Bibliografía.....</b>	<b>70</b>
<b>A.</b>	<b>Anexo 1: Comparativo proveedores líderes nube pública .....</b>	<b>77</b>
	Fortalezas y debilidades Proveedores de la nube: AWS vs. Azure vs. Google .....	77
	Fortalezas y debilidades de AWS.....	78
	Fortalezas y debilidades de Microsoft Azure.....	79
	Fortalezas y debilidades de Google Cloud Platform (GPC).....	80
	Comparativa de modelos de precios .....	81
	Precios de AWS .....	83
	Precios de Microsoft Azure.....	83
	Precios de GCP.....	84
	Precios servicios IaaS .....	85
<b>B.</b>	<b>Anexo 2: Formulario de encuesta.....</b>	<b>90</b>

## Lista de figuras

	Pág.
<b>Figura 1-1:</b> Diseño de la investigación .....	9
<b>Figura 1-2:</b> Metodología de investigación .....	11
<b>Figura 1-3:</b> El marco de referencia TOE (Tornatzky y Fleischer, 1990). .....	12
<b>Figura 1-4:</b> Etapas del modelo de difusión de innovación (Cogestec, 2012).....	13
<b>Figura 3-1:</b> Etapas del modelo de proceso de toma de decisiones de migración a la nube (Alkhalil et al., 2014) .....	22
<b>Figura 3-2:</b> Modelo TOE+DOI propuesto. ....	24
<b>Figura 3-3:</b> Modelo de responsabilidad compartida AWS.....	39
<b>Figura 3-4:</b> Porcentaje de Empresas por actividad económica. Fuente: Elaboración propia. ....	41
<b>Figura 3-5:</b> Número de empleados de las empresas. Fuente: Elaboración propia.....	41
<b>Figura 3-6:</b> Nivel del cargo de los participantes de las encuestas. Fuente: Elaboración propia. ....	42
<b>Figura 3-7:</b> Nivel de conocimiento sobre computación en la nube. Fuente: Elaboración propia. ....	43
<b>Figura 3-8:</b> Resultados de pruebas de esfericidad de Bartlett (validez de los constructos) y KMO (Adecuación del muestreo). ....	44
<b>Figura 3-9:</b> Matriz de correlaciones entre variables.....	45
<b>Figura 3-10:</b> Modelo de ecuaciones estructurales con coeficientes de regresión no estandarizados.....	46
<b>Figura 3-11:</b> Modelo de ecuaciones estructurales con coeficientes de regresión estandarizados.....	46
<b>Figura 5-1</b> Separación de responsabilidades entre proveedor y consumidor de servicios en la nube. ....	56
<b>Figura 5-2</b> Modelo en conectividad hacia servicios en la nube para una Pyme. ....	58
<b>Figura 6-1:</b> Estrategia de adopción de nube de empresas a nivel mundial (Flexera, 2019). ....	67

## Lista de tablas

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 2-1:</b> Ejemplos de estudios basados en TOE y DOI.....	16
<b>Tabla 3-1:</b> Factores hallados en la etapa 1 para los contextos de TOE y DOI .....	23
<b>Tabla 3-2:</b> Listado de hipótesis. ....	26
<b>Tabla 3-3:</b> Índices de bondad de ajuste del modelo. ....	47
<b>Tabla 4-1:</b> Estadística descriptiva. ....	49
<b>Tabla 4-2:</b> Pruebas de hipótesis.....	51
<b>Tabla 5-1:</b> Servicios y proveedores en la nube para necesidades Pymes. ....	59

# Introducción

En Colombia, según la ley 905 de 2004 que modifica la Ley 590 de 2000, las MiPymes (Micro, pequeñas y medianas empresas) se clasifican como se muestra en la tabla 1-1.

**Tabla 1:**  
*Clasificación de MiPymes en Colombia (Ley 905, 2004)*

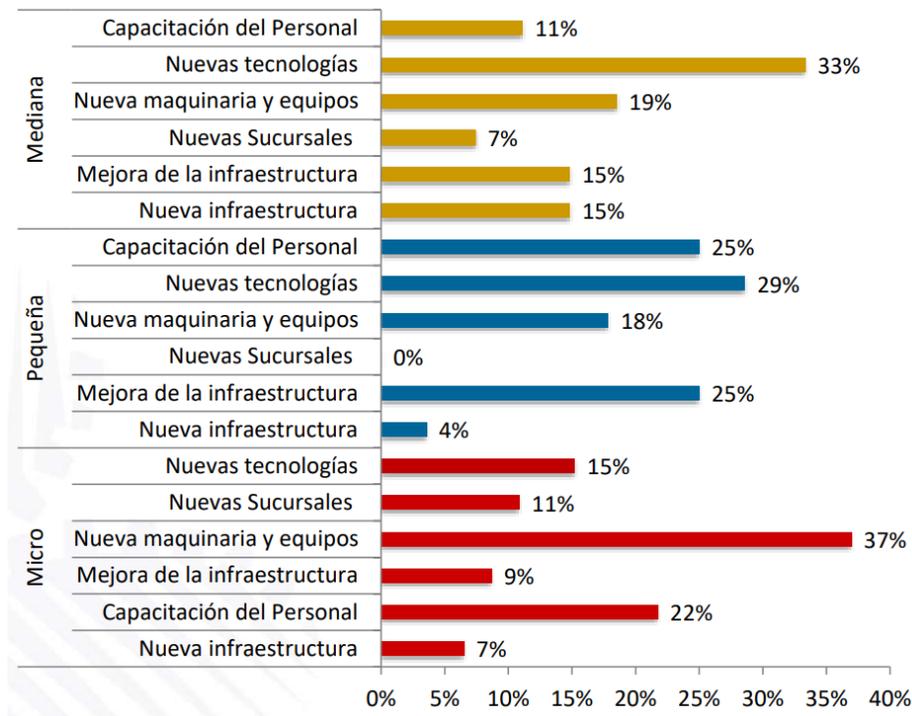
<b>Tipo de empresa</b>	<b>Número de trabajadores</b>	<b>Activos totales (en salarios mínimos mensuales vigentes)</b>
Mediana	51-200	5001-30000
Pequeña	11-50	501-5000
Micro	No superior a 10	Inferior a 500

Las MiPymes cumplen de un papel preponderante en la economía colombiana. Solo basta con repasar algunas cifras que demuestran esta afirmación. Según cifras del Registro Único Empresarial y Social (RUES), la concentración del tejido empresarial en el país está dado por una participación promedio anual entre 2014 y 2018 de 92,4% para las microempresas, seguido de las pequeñas y medianas con una participación promedio del 6,8%. El número de matrículas activas que correspondían a este tipo de empresas alcanzaban los 2,5 millones de las cuales el 66% se concentraba en Bogotá y cinco departamentos del país<sup>4</sup>. Sumado a lo anterior, según datos del DANE, para 2018, las MiPymes respondieron por el 80% del empleo y representan el 90% del sector productivo nacional. Sin embargo, existen muchos negocios que no están registrados, es decir, ejercen sin formalizar y según datos del Banco Mundial, la tasa de informalidad para Colombia es del 38,7%, lo cual hace que el dato disponible a través de del RUES no sea suficiente para determinar el número total de MiPymes en Colombia.

---

<sup>4</sup> Datos del Registro Único Empresarial y Social – RUES

Según la encuesta de desempeño empresarial realizado por Acopi (Asociación Colombiana de las micro, pequeñas y medianas empresas), las empresas realizaron una mayor inversión en nuevas tecnologías para el cuarto trimestre de 2018, cambiando la dirección de sus inversiones, las cuales se componían mayoritariamente en compra de nueva maquinaria y equipo. Destacándose los siguientes aspectos: La mayor inversión en maquinaria y equipos se realiza en la Microempresa; los mejores resultados referentes a la adquisición de nuevas tecnologías se presentan en la Mediana Empresa; y la Pequeña enfoca sus inversiones proporcionalmente en capacitar su personal, adquirir nueva maquinaria, mejorar y adquirir nuevas tecnologías. Lo anterior se puede apreciar en la figura 1.



**Figura 1:** Destinos de la inversión por tamaño de empresa Cuarto Trimestre de 2018. Tomado de (Acopi, 2018).

En el panorama internacional el aporte al producto nacional que entregan las MiPymes es relativamente bajo en comparación con algunas economías desarrolladas en donde estas empresas participan hasta en un 60%. Adicional a esto, a pesar de que en el país se percibe un ambiente positivo y una actitud empresarial, solamente el 50% de las MiPymes colombianas sobreviven el primer año y solo el 20% al tercero (Perez-Uribe, 2018).

Aspectos como la poca importancia que le dan a la innovación y al conocimiento, implementación de estrategias gerenciales obsoletas, miedo a formar alianzas estratégicas y la dificultad para incorporar los avances tecnológicos que se van produciendo cada vez a mayor velocidad, impactan profundamente en la competitividad, supervivencia y crecimiento de este segmento empresarial en el mercado (Perez-Uribe, 2018).

Desde la creación de iNNpulsa<sup>5</sup> en el país se han atendido más de 5400 MiPymes y se esperan atender 11.000 más a través de convocatorias de cofinanciación para estimular la adopción y uso de las TIC como medio de desarrollo para incrementar la productividad y el crecimiento empresarial de tal forma que se impulse la generación de valor agregado por medio de la transformación digital del modelo de negocio. Sin embargo, esta entidad ha encontrado que las barreras que impiden una apropiación TIC rápida en las MiPymes están directamente relacionadas con el poco de conocimiento sobre las tecnologías, la falta de un acompañamiento durante y después de la implementación de soluciones, la percepción de un costo muy elevado y la falta de proporción entre la oferta y la demanda, que deriva en soluciones inadecuadas o mal especificadas que no se acomodan a las necesidades de las empresas (Innpulsa, 2017).

Cloud Computing (*Computación en la nube*) aparece como una herramienta para apalancar esa urgida transformación digital que requieren las MiPymes dada su concepción de cambiar crucialmente el paradigma de cómo se desarrollan, implementan, ajustan y pagan los servicios informáticos ya que permite que estos se comercialicen de forma similar a los servicios públicos tradicionales o servicios por demanda (Jin et al.). Aspectos como la agilidad (recursos de TI se pueden adquirir y desplegar a mayor velocidad), la flexibilidad (una vez desplegados, estos recursos se pueden aumentar o disminuir según sea necesario para satisfacer la demanda) y la reducción de gastos de capital (los gastos fijos se convierten en gastos operativos) han atraído a muchas empresas a nivel mundial a cloudificar<sup>6</sup> su infraestructura TI con el fin de gozar de dichas bondades. De acuerdo con la encuesta Vision Pymes 2019, 42% de las empresas indicaron que consideran los servicios de nube esenciales para su negocio, pero todavía

---

<sup>5</sup> Unidad de Gestión de Crecimiento Empresarial del Gobierno Nacional, creada en febrero de 2012 para promover el emprendimiento, la innovación y la productividad como ejes para el desarrollo empresarial y la competitividad de Colombia.

<sup>6</sup> Cloudificación: Término adoptado en la industria de tecnología a nivel mundial que denota el movimiento de la infraestructura o recursos de TI a la nube.

hay un 57% que aún no usa los servicios en la nube para administrar o dirigir su negocio (Brother, 2019).

Sin embargo, aunque el Cloud Computing ofrece grandes beneficios, las empresas todavía son reacias a migrar sus sistemas y servicios de TI a la nube debido a las preocupaciones de pérdida de control de su operación, confidencialidad y seguridad de la información, entre otros resultados no deseados (Phaphoom et al., 2015). Además, las empresas suelen estar interesadas en trasladar solo algunos de sus sistemas a la nube debido a la dificultad de migrar aplicaciones relacionadas con los procesos de negocio propios de la compañía (Andrikopoulos et al., 2013). A diferencia de las Start-Up que desarrollan sistemas desde cero, las organizaciones que planean migrar sus servicios legados a la nube a menudo necesitan que los nuevos servicios interoperen con los sistemas existentes. Esto requiere de atención especial para evitar problemas de integración. Si bien la literatura existente proporciona una comprensión fundamental de la arquitectura informática en la nube, beneficios y algunos problemas, modelos y marcos para respaldar la migración y administrar servicios en la nube, la investigación sobre los factores impulsores y las barreras de la adopción organizacional todavía está en etapas tempranas – por ejemplo, los trabajos de (Phaphoom et al., 2015) y (Hsu et al., 2014) –.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, este trabajo se pregunta: ¿Cuáles son los factores que facilitan o dificultan la decisión de una Pyme para migrar su infraestructura TI a la nube? Dado que Bogotá es el principal epicentro de este tipo de empresas en el país al acoger a 740.069, equivalente a 29,38% del total nacional, el foco de la investigación estará sobre empresas ubicadas en esta ciudad.

Con el fin de dar respuesta a la pregunta planteada, se implementó una encuesta en dos etapas para la exploración. Esto resultó en la identificación de 8 factores que impactan el proceso de toma de decisiones de las empresas cuando se considera migrar a la nube. Luego de repasar la literatura nacional e internacional referente al tema se observa que solo algunos de esos factores se han tenido en cuenta. El objetivo de esta investigación es avanzar aún más explorando empíricamente los factores que influyen en la decisión de migrar a la nube proponiendo un modelo integrado basado en el marco de la Tecnología-Organización-Medio Ambiente (TOE) y la Teoría de la Difusión de la Innovación (DOI). El propósito es que el modelo genere resultados que ayuden tanto a las propias empresas –

para que tengan la capacidad de evaluar en qué medida les conviene mover sus recursos a la nube y que tan preparados están para hacerlo– como a los proveedores de servicios en la nube y entidades gubernamentales a comprender de una mejor forma las características de adopción de Cloud Computing en nuestro contexto local y se abra la posibilidad para que definan soluciones adecuadas o mejor especificadas que se acomoden a las necesidades de las MiPymes. Los objetivos específicos planteados son:

- ✓ Construir un modelo de adopción de Cloud Computing para pymes en Bogotá basado en el marco de referencia TOE y la teoría DOI.
  
- ✓ Analizar qué factores del modelo de adopción determinan con un nivel de significancia menor o igual al 10% la probabilidad de que las pymes bogotanas adopten el modelo de Cloud Computing estimando la influencia que dichos factores ejercen sobre tal elección.
  
- ✓ Generar recomendaciones a uno de los prestadores de servicios de cloud computing en la ciudad para que sean aplicadas en sus estrategias de mercadeo y/o ventas enfocadas al segmento Pymes.



# **1. Adopción de *Cloud Computing* en las Pymes: Un tema de investigación en deuda en Colombia**

Siendo un área importante para las TI (Tecnologías de la Información) y la innovación empresarial, la adopción de *Cloud Computing* no ha recibido una atención adecuada a nivel académico en Colombia. Si bien, se han realizado algunos trabajos relacionados con servicios en la nube, ninguno de estos esfuerzos ha sido enfocado hacia las Pymes. De hecho, en la última década la Facultad de Ingeniería de la Universidad de los Andes ha estado a la vanguardia de los temas de *Cloud Computing* a través de la publicación de artículos en su revista Foros ISIS y la instalación de foros completamente dedicados a este tema pero nuevamente, el alcance no ha llegado a las empresas objeto de este estudio.

En la actualidad, centros de consultoría y empresas nacionales en su rol de aliados de los grandes proveedores de la nube, han desempeñado un papel evangelizador sobre los desafíos de las Pymes en relación a la adopción de los servicios en la nube pero sin lograr encapsular todos los factores asociados en un panorama general.

Por estas razones la presente investigación toma importancia, puesto que se realizará una identificación de los habilitadores e inhibidores de la adopción de *Cloud Computing* por parte de las Pymes colombianas.

## **1.1 Identificación del problema**

Empresas de diferentes tamaños y sectores están dependiendo cada vez más de adoptar una transformación digital como factor clave para la innovación, la productividad y el crecimiento. Sin embargo, a pesar de los innumerables beneficios y oportunidades, surgen retos cuando se adoptan las TICs (Tecnologías de la Información y las comunicaciones) sobre todo en las pequeñas y medianas empresas (Pymes) quienes generalmente

enfrentan mayores desafíos que las que abordan las compañías más grandes. El tener una infraestructura TIC reducida, no saber cómo abordar adecuadamente las complejas amenazas de seguridad cibernética, o subestimar la importancia de la protección de los datos personales son ejemplos de los desafíos para las Pymes. (OEA, 2018).

El rol del gobierno colombiano como posibilitador y/o facilitador de adopción de servicios en la nube en Pymes ha sido casi nulo. Uno de los pocos antecedentes registrados data del año 2009 con una iniciativa denominada *CRM para PYMES* en donde la sinergia Gobierno y sector privado (Proexport y Avanzo, para este caso) buscaba aumentar el nivel competitivo de 220 Pymes colombianas, de diversas industrias, con la implementación de un CRM en la nube de Salesforce.com. Proexport subsidió el 50% de los costos de implementación y Avanzo realizó el acompañamiento respectivo. El proyecto impactó en la mejora del proceso de ventas de las empresas con una plataforma amigable y que se adaptaba a las necesidades de cada una de ellas.

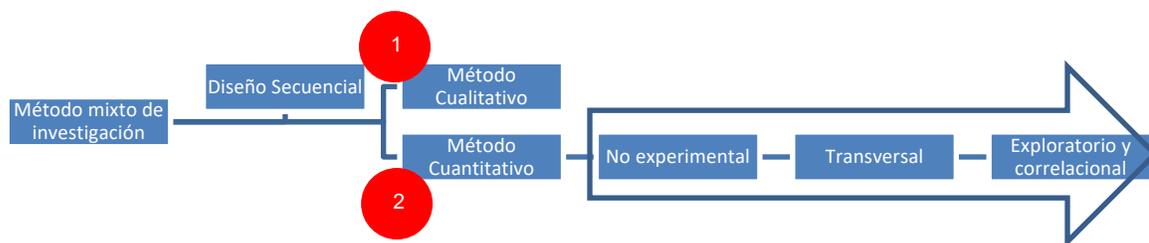
Desde la creación de iNNpulsa<sup>5</sup> en el país se han atendido más de 5400 MiPymes y se esperan atender 11.000 más a través de convocatorias de cofinanciación para estimular la adopción y uso de las TIC como medio de desarrollo para incrementar la productividad y el crecimiento empresarial de tal forma que se impulse la generación de valor agregado por medio de la transformación digital del modelo de negocio. Sin embargo, esta entidad ha encontrado que las barreras que impiden una apropiación TIC rápida en las MiPymes están directamente relacionadas con el poco de conocimiento sobre las tecnologías, la falta de un acompañamiento durante y después de la implementación de soluciones, la percepción de un costo muy elevado y la falta de proporción entre la oferta y la demanda, que deriva en soluciones inadecuadas o mal especificadas que no se acomodan a las necesidades de las empresas (Innpulsa, 2017).

## **1.2 Diseño de la investigación**

Con el fin de responder a la pregunta de la investigación, que se centra en la exploración de los factores a tener en cuenta al momento de adoptar Cloud Computing como decisión estratégica para una Pyme, inicialmente se llevó a cabo una revisión de la literatura. A pesar de que se identificaron una serie de factores y características que aumentan la

complejidad de las decisiones de migrar a la nube, no se encontraron antecedentes que se apliquen al contexto Pyme en Colombia, por lo cual surgió la meta de recopilar datos dada la escasa información existente en el país al respecto.

Teniendo en cuenta lo anterior, se hizo necesario complementar los hallazgos de la literatura con la implementación de una encuesta en dos etapas. La naturaleza del fenómeno estudiado en esta investigación es relativamente nueva en el país y aún está evolucionando. Por lo tanto, se encontró que una investigación con un diseño mixto secuencial era la forma más adecuada para reunir los datos necesarios para responder la pregunta de investigación. Esto consistió en usar una encuesta en dos etapas que reunió primero datos cualitativos y luego cuantitativos. El proceso cuantitativo fue de tipo no experimental, transversal con un enfoque exploratorio y correlacional (Sampieri, 2010) tal como se muestra en la figura 1-1.



**Figura 1-1:** Diseño de la investigación

Por su parte, el modelo propuesto fue probado usando análisis factorial exploratorio y confirmatorio y con un análisis cuantitativo se muestra el nivel de impacto de las variables identificadas.

La etapa 1 se basó en entrevistas semiestructuradas. Se empleó un banco de preguntas abiertas para garantizar la coherencia, pero a la vez se dejó un grado de libertad y adaptabilidad para obtener la información de los entrevistados a través de preguntas adicionales que se iban introduciendo para precisar conceptos o expandir algún tema. Las entrevistas se realizaron cara a cara y, en promedio, cada una duró aproximadamente una hora. Hubo 10 entrevistados en total que incluyeron gerentes de TI (4), profesionales de seguridad (3), arquitectos de servicios de la nube dentro de empresas proveedoras (3) que fueron seleccionados en función de su experiencia en el tema. La elección de la técnica

de entrevista se basó en la creencia de que los profesionales de la vida real, en particular los proveedores de servicios pueden ofrecer una mejor comprensión de los beneficios y desafíos para cloudificar servicios TI de acuerdo a su experiencia en el tema. Las entrevistas se llevaron a cabo para obtener más información sobre los factores, problemas y preocupaciones sobre las decisiones de migración a la nube, así como sobre el desarrollo de una base para un análisis posterior. Los entrevistados incluyeron a los responsables de la toma de decisiones de las organizaciones con respecto a los servicios en la nube, así como a algunos expertos en seguridad y arquitectos de servicios. Diez entrevistados es un número relativamente pequeño; sin embargo, la muestra estuvo dirigida principalmente a profesionales técnicos que trabajaban para empresas proveedoras de servicios en la nube. La información que proporcionaron se basó en su experiencia de tratar con un gran número de clientes, y durante las entrevistas utilizaron ejemplos de migración de algunos proyectos que elevaron la calidad y la confiabilidad de la información que pudieron compartir. Con base en el análisis de la etapa 1, así como en la literatura relacionada, se formularon el enfoque de investigación y las hipótesis. Para probar las hipótesis, la encuesta de la etapa 2 se implementó utilizando un cuestionario que fue respondido por representantes de la población objetivo (Pymes colombianas, según la definición entregada por la Ley 905 de 2004); sin embargo, como se mencionó anteriormente no es posible determinar el número total de Pymes en el país con exactitud y por esta razón se realizó un muestreo por conveniencia (Sampieri, 2010). Alrededor de 60 empresarios pyme con los cuales compartimos un diplomado en Alta dirección de empresas de TI, hicieron parte de este estudio. La Figura 1-2 muestra la metodología adoptada para esta investigación.

### **1.3 Adopción empresarial de la innovación**

La base teórica para la exploración en este estudio se basa en el marco TOE y la teoría DOI desarrollada por (Tornatzky y Fleischer, 1990) y (Rogers, 2003) respectivamente, las cuales se describen a continuación.

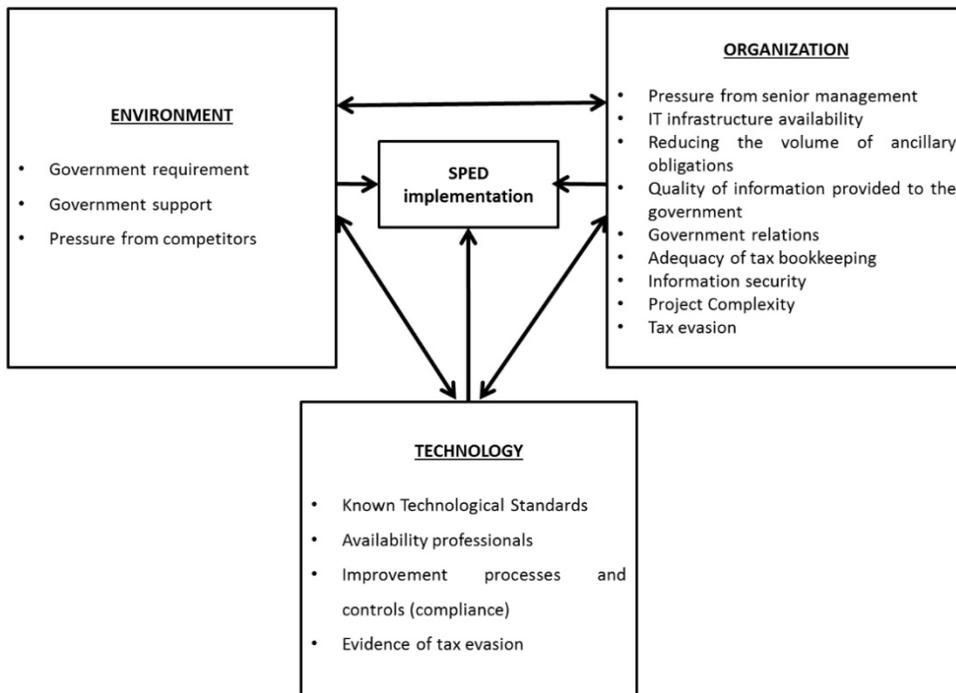


**Figura 1-2:** Metodología de investigación

### 1.3.1 El marco TOE: Tecnología-Organización-Entorno

Aunque se han desarrollado varios marcos para la adopción de las TIC, se argumenta que el TOE es un marco integrador que proporciona un enfoque y una orientación holísticos (Ramdani et al., 2013). El marco TOE consta de tres dimensiones: Tecnología, organización y entorno, que influyen en el proceso mediante el cual se adoptan las innovaciones, este puede verse en la figura 1-3. Sirve como taxonomía para los factores que facilitan o inhiben la adopción de innovaciones tecnológicas (Gangwar et al., 2015). El marco se ha utilizado en el contexto de la adopción de Cloud Computing como se describe en (Alhammadi et al, 2015), (Alkhater et al., 2014) (Ramdani et al., 2013).

La dimensión tecnológica se relaciona con lo que está disponible para una organización y se centra en cómo una determinada tecnología influye en el proceso de adopción. El contexto organizacional analiza la estructura y los procesos en una organización que restringen o facilitan la adopción e implementación de innovaciones. El contexto del entorno o del ambiente externo también cuenta con el respaldo de Tornatzky y Fleischer, como la industria, los competidores, las regulaciones y las relaciones con los gobiernos. (Tornatzky y Fleischer, 1990).



**Figura 1-3:** El marco de referencia TOE (Tornatzky y Fleischer, 1990).

### 1.3.2 DOI: El Modelo de Difusión de Innovación

La investigación sobre adopción de innovación continuó para proporcionar modelos más enriquecedores y posiblemente más explicativos. En este proceso de evolución, se han generado diversos estudios que buscan determinar las principales, y más relevantes, características propias de las innovaciones, con el fin de medirlas y así visualizar los niveles de innovación (Cogestec, 2012). Una contribución importante en este sentido fue el desarrollo del modelo de Difusión de Innovación. Ha sido ampliamente utilizado para explicar las adopciones de TI. El modelo se preocupa por la forma en que una nueva innovación tecnológica progresa desde la creación hasta la utilización (ver Figura 1-4). Describe los patrones de adopción y los mecanismos de difusión, y ayuda a predecir si una nueva invención tendrá éxito y cómo lo hará (Rogers, 2003). Tiene tres categorías principales de factores que influyen en las decisiones para adoptar innovaciones: características de innovación, características organizacionales y características de los individuos. Las características de innovación comprenden los atributos percibidos de la innovación que alientan u obstaculizan. (Rogers, 2003) se observan los cinco atributos de una innovación son: ventaja relativa, compatibilidad, complejidad, facilidad de pruebas y visibilidad. La ventaja relativa se refiere al nivel en el que se percibe una ventaja como

mejor que el sistema actual. La compatibilidad es el grado en que una innovación se percibe como consistente con la cultura existente, las experiencias pasadas y las necesidades de los posibles adoptantes. La complejidad se relaciona con la dificultad percibida de comprender y utilizar la innovación, mientras que la facilidad de prueba se refiere al grado en que la innovación puede tratarse y probarse fácilmente a lo largo del tiempo. Finalmente, la visibilidad se refiere al nivel en que los resultados de una innovación son visibles para el adoptante de tecnología (Rogers, 2003).

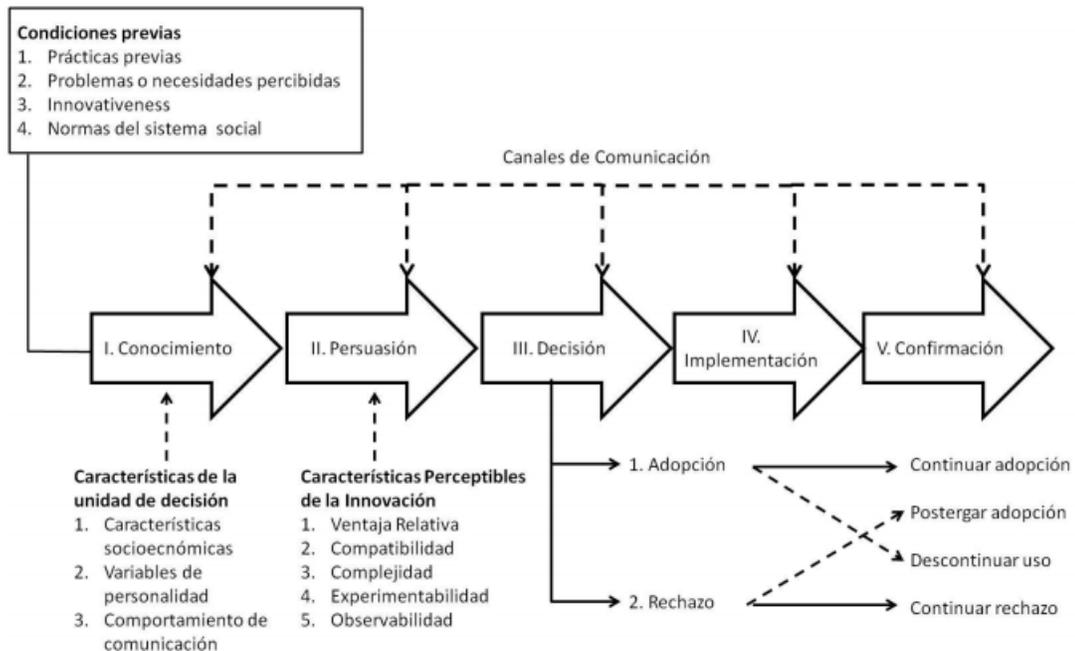


Figura 1-4: Etapas del modelo de difusión de innovación (Cogestec, 2012).

## 1.4 Migración a la nube

La migración a la nube, para esta investigación, se puede definir como el proceso de transición de todos o parte de los recursos de TI de una organización, incluidos hardware, software, datos y procesos de negocios, desde las premisas locales de la organización hacia el entorno de la nube donde un tercero puede administrarlas de forma remota. Esto puede implicar retener parte de la infraestructura de TI en el sitio, lo cual comúnmente se conoce como modelo híbrido. El proceso también abarca el desplazamiento de los recursos de TI entre diferentes proveedores de la nube, lo que se conoce como migración de nube a nube.

## **2.Estado del Arte**

En este capítulo se presentan los marcos de referencia que se han publicado a nivel internacional en relación con el soporte de decisiones de adopción de servicios en la nube así como también se identifican los factores determinantes para la adopción de la nube que son más frecuentes en la literatura academia nacional y mundial.

### **2.1 Proceso de toma de decisiones**

Herbert Simon desarrolló un modelo genérico de proceso de toma de decisiones. El modelo se divide en tres fases principales: Inteligencia, Diseño y Elección. El proceso comienza con la fase de inteligencia en la que se examina la "realidad" de una organización. Implica la identificación de problemas (u oportunidades) y actividades de recopilación de información sobre la sociedad, la competitividad y los entornos organizacionales. La fase de diseño simplifica la "realidad" de una organización e identifica las relaciones entre variables, además de establecer los criterios para evaluar cursos de acción alternativos. La fase de elección es seleccionar el curso de acción alternativo más apropiado según los criterios identificados en la fase de diseño (Simon,1977). (Aronson et al., 2005) describió el modelo como la caracterización más concisa pero completa de la toma de decisiones racional por lo cual ha sido ampliamente aceptado y adoptado para la resolución de problemas. Los Sistemas de Soporte a la Decisión (SSD) son una parte integral del modelo de Simon.

### **2.2 Sistemas de Soporte de decisión para migrar a la nube**

La evolución y también el aumento en la popularidad de la computación en la nube ha llevado a una conciencia de los empresarios y académicos para el apoyo requerido para las decisiones de migración. Los proveedores de nube y las agencias de consultoría de TI han hecho muchos intentos para proporcionar herramientas de orientación y evaluación

para ayudar a las decisiones de migración, como lo demuestran varios estudios publicados por ejemplo (Check Point, 2017), (OEA y AWS, 2018) y (BGH, 2019).

Sin embargo, estos intentos se han desarrollado con fines comerciales o no están a disposición del público, debido a que se basan en tecnologías patentadas que generalmente requieren contratos de servicios profesionales.

Según un análisis realizado por (Alkhalil, 2017) en donde se aplicó el modelo de (Simon, 1977) a los SSD encontrados en la literatura diseñados para respaldar el proceso de toma de decisiones para la migración a la nube, el nivel de apoyo que ofrecen la gran mayoría de ellos no admite la evaluación de los entornos de nube actuales y sus modelos de negocio. En otras palabras, se centran en apoyar la migración en el nivel de elección para seleccionar proveedores. Si bien la evaluación de los proveedores y su selección apropiada son fundamentales, tomar una decisión informada para migrar requiere el análisis de una amplia gama de factores en las primeras etapas de un proceso de decisión. Las empresas deben desarrollar una buena conciencia del entorno de la nube y sus capacidades, regulaciones, potenciales y amenazas, antes de tomar una decisión. Casi ninguno de los trabajos revisados hasta el momento había considerado "el nivel de inteligencia" y solo unos pocos prestaron atención al "nivel de diseño" para la toma de decisiones al considerar la necesidad de adaptaciones de servicios para habilitarlos en la nube.

## **2.3 Factores determinantes encontrados en la literatura**

La computación en la nube es un modelo de aprovisionamiento de servicios relativamente nuevo y una tendencia que implica el desarrollo continuo de la arquitectura de futuras generaciones. Por lo tanto, la mayoría de los estudios existentes en la nube son exploratorios, descriptivos o basados en casos (Hsu, 2014). Por ejemplo, algunos estudios se centran en la conceptualización general y la definición de computación en la nube, así como en fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas – análisis DOFA – para la industria de la computación en la nube. Además, muchos estudios previos exploraron los beneficios comerciales y las barreras para la adopción. Otros estudios se enfocaron principalmente en los beneficios de costos, la escalabilidad, la agilidad y los problemas de seguridad, por ejemplo. Si bien estos estudios identificaron algunos factores que influyen en las decisiones de migrar a la nube, se desarrollaron en una etapa temprana

de la evolución de la computación en la nube. Además, la mayoría de ellos exploró los factores que afectan la adopción de servicios en la nube, mientras que se prestó poca atención a la migración de sistemas legados.

En la Tabla 2-2, se resumen algunos ejemplos de estudios basados en TOE y DOI indicando las principales variables consideradas para cada uno de los contextos.

**Tabla 2-1:** Ejemplos de estudios basados en TOE y DOI.

<b>Factores</b>	<b>Ámbito</b>	<b>Fuente</b>
<p><b>Reducción de costos</b></p> <p>Se define como la reducción de la inversión en infraestructura y aplicaciones de TI por parte de las Pymes a través del uso de servicios basados en la nube</p>	DOI	(Gide y Sandu, 2015)
<p><b>Ventaja relativa</b></p> <p>La ventaja relativa se define como una variedad de beneficios obtenidos por las Pymes relacionadas con la capacidad, confiabilidad y adaptabilidad debido a su adopción de servicios basados en la nube.</p>	DOI	(Gangwar et al., 2015), (Gide y Sandu, 2015)
<p><b>Complejidad</b></p> <p>La complejidad se define como el grado en que las PYME consideran que los servicios basados en la nube son comparativamente complejos de entender y utilizar. La computación en la nube conlleva algunos desafíos, como la seguridad y la privacidad, y el uso de tecnología avanzada; se requiere nuevas habilidades y experiencia para administrar soluciones en la nube</p>	DOI	(Gangwar et al., 2015), (Gide y Sandu, 2015)
<p><b>Compatibilidad</b></p> <p>La compatibilidad se define como los desafíos en la adopción de servicios basados en la nube, si se ajustarán a la cultura de la organización y si serán compatibles con la infraestructura de TI existente.</p>	DOI	(Gangwar et al., 2015), (Gide y Sandu, 2015)
<p><b>Trialabilidad</b></p> <p>“El grado en que una innovación puede experimentarse de forma limitada” (Rogers, 2003)</p>	DOI	(Alshamaila et al., 2013)
<p><b>Seguridad</b></p>	DOI	(Gide y Sandu, 2015), (Alhammadi et al., 2015)

La seguridad se define como la amenaza que enfrentan las pymes, como el riesgo de infección de malware y la penetración de hackers.

El robo de datos y la exposición de un proceso confidencial a proveedores de servicios externos son desafíos adicionales para la adopción de servicios basados en la nube por parte de Pymes.

### Preparación tecnológica

Se describe como la infraestructura de TI disponible en una empresa para obtener servicios en la nube y recursos humanos que pueden gestionarlos.

TOE-T

(Gide y Sandu, 2015),  
(Alhammadi et al., 2015)

### Barreras tecnológicas

Complejos Recursos TI existentes, interoperabilidad, portabilidad y dependencia de un proveedor (vendor lock-in)

TOE-T

(Alhammadi et al., 2015)

### Apoyo de la alta dirección

Es el soporte y liderazgo sólido proporcionado por la administración de la empresa para respaldar la adopción de servicios basados en la nube por parte de las pymes; especificidad de objetivos, gestión de recursos y compromiso.

TOE-O

(Gangwar et al., 2015),  
(Gide y Sandu, 2015),  
(Alhammadi et al., 2015),  
(Alkhatir et al., 2014)

### Preparación de la organización

Disponibilidad de recursos humanos, tecnológicos y financieros para la adopción de Cloud Computing.

TOE-O

(Alhammadi et al., 2015)

### Alcance a mercados globales

Se define como la transformación de los procesos de negocios existentes y el movimiento de servicios a la nube para facilitar que las pymes ingresen a nuevos mercados globales.

TOE-O

(Gide y Sandu, 2015)

### Tamaño de la empresa

Se define como el tamaño de la empresa que influye en la adopción de servicios basados en la nube. Las grandes empresas tienden a ser más innovadoras, ya que pueden tomar más riesgos y adoptar la adopción fácilmente en comparación con las PYME. Sin embargo, el modelo financiero de los servicios de computación en la nube lo hace atractivo para las pymes.

TOE-O

(Gide y Sandu, 2015),  
(Alhammadi et al., 2015),  
(Alkhatir et al., 2014)

### Sector de la industria

El rol de TI en una organización y la adopción de tecnología varía de un sector a otro, por ejemplo, el mayor usuario de la tecnología es el sector financiero. Sin embargo, la sensibilidad de los datos financieros

TOE-O

(Alhammadi et al., 2015)

significa que el sector financiero puede ser más cauteloso al adoptar la computación en la nube

**Capacitación y entrenamiento del recurso humano** TOE-O (Gangwar et al., 2015)

Dado que la computación en la nube es un sistema de información complejo, una organización necesita capacitar y educar a sus empleados antes de implementarlo. Reduce la ansiedad y el estrés de los empleados sobre el uso de la computación en la nube y proporciona motivación y una mejor comprensión de sus beneficios para sus tareas.

**Apoyo normativo gubernamental** TOE-E (Gide y Sandu, 2015)

El soporte normativo se define como el apoyo gubernamental que se brinda a las PYME cuando se enfrentan a desafíos como la gobernanza y los requisitos reglamentarios. Los desafíos tales como el almacenamiento seguro, la privacidad y la divulgación de datos a escala global son algunos de los desafíos normativos que pueden surgir durante la adopción de servicios basados en la nube. La regulación puede alentar o desalentar la adopción de la computación en la nube.

**Presión de la competencia** TOE-E (Gangwar et al., 2015), (Gide y Sandu, 2015), (Alhammadi et al., 2015)

Cantidad de presión que sienten las pymes de los competidores en su industria en particular.

**Soporte del proveedor de servicios** TOE-E (Gangwar et al., 2015), (Alhammadi et al., 2015)

Soporte del proveedor de servicios en la nube para influir en los clientes para que adopten la tecnología en la nube. Existe una falta de comprensión acerca de los problemas de los servicios en la nube, como la arquitectura de la nube y los modelos de precios.

---

## **3. Análisis de datos**

### **3.1 Fase de exploración**

El análisis temático de la literatura se utilizó para analizar los datos cualitativos aplicando las seis fases del modelo de proceso de toma de decisiones de migración a la nube según lo sugerido por (Alkhalil et al., 2014). Los pasos son: 1) Estrategia Corporativa, 2) entorno de la nube, 3) idoneidad del servicio, 4) evaluación de riesgos, 5) evaluación de proveedores e 6) implementación. Estos pasos respaldarían las decisiones de migración a través de la estructuración del proceso de la jerarquía entre las principales tareas y criterios, y luego analizar alternativas para la selección a través de múltiples técnicas analíticas. La figura 3-1 muestra la secuencia y la interrelación entre los seis pasos principales del proceso de toma de decisiones y las tareas que se llevan a cabo durante cada paso.

Estas mismas seis fases también fueron la base para el perfilamiento y selección de expertos en servicios en la nube que hicieron parte de la etapa 1 de la investigación. Para cubrir las fases 1 y 3, estrategia corporativa e idoneidad del servicio respectivamente, fue evidente la necesidad de incluir a los responsables de la toma de decisiones de las organizaciones con respecto a los servicios en la nube debido a que este tipo de roles generalmente son los que definen la estrategia para lograr objetivos con la migración a la nube tales como reducción de costos, innovación empresarial y respaldo de la información; así mismo son los encargados de liderar la identificación de los servicios que son adecuados para migrar validando una serie de variables que van desde los requisitos del servicio hasta el cálculo del retorno de la inversión (ROI). Por tal razón se contó con la participación de Gerentes de Tecnología o de TI de empresas que ya hace un tiempo habían emprendido su viaje hacia la nube (Journey to cloud, en inglés); con el fin de abarcar varios sectores de la economía, en total se incluyeron 4 expertos que pertenecían a los sectores de servicios, comercio y financiero.

---

Con respecto a las fases 2 y 5, entorno de la nube y evaluación del proveedor, se optó por la presencia de representantes de los proveedores de servicios en la nube los cuales en función de su experiencia en el tema podían ofrecer una mejor comprensión de los principios, capacidades, beneficios y desafíos de la nube. Específicamente se incluyeron 3 arquitectos de soluciones en la nube que trabajaban para empresas proveedoras con presencia en Colombia y que gozaban de una ardua experiencia en el campo. Uno de los objetivos de este rol es ayudar a los responsables de la toma de decisiones a adquirir conocimientos que las empresas deben conocer antes de emprender la migración a la nube tales como: Ofertas en la nube, modelos de precios, políticas de seguridad, monitoreo del desempeño, cumplimiento con los reguladores y modalidades de soporte. Adicionalmente pueden asesorar a la organización a determinar los servicios de la nube adecuados para la migración.

Finalmente, para completar las dos fases que faltaban del modelo de (Alkhalil et al., 2014), evaluación de riesgos e implementación, se extendió la invitación a tres profesionales en seguridad informática que suman entre ellos más de 18 años de experiencia en venta consultiva e implementación de servicios de seguridad en las nubes de los proveedores más reconocidos a nivel mundial, trabajando con soluciones de fabricantes especializados como Check Point, McAfee y Cisco. El objetivo principal de este rol es examinar los probables riesgos de la migración a la nube frente a las posibles ventajas comerciales que esta ofrece. De acuerdo al modelo, los riesgos potenciales se pueden clasificar en tres áreas principales: Riesgo para la organización (pérdida de control, interrupción de los procesos del negocio, monitoreo), implicaciones legales (propiedad intelectual, cumplimiento de regulaciones, licenciamiento de software) y seguridad (cambio o aumento de amenazas potenciales que pueden generar riesgos de accesibilidad y disponibilidad). La información que proporcionaron se basó en su experiencia de tratar con un gran número de clientes, y durante las entrevistas utilizaron ejemplos de migración de algunos proyectos que elevaron la calidad y la confiabilidad de la información que pudieron compartir.

El análisis cualitativo permitió comprender los desafíos, problemas y factores que influyen en el proceso de toma de decisiones acerca de si migrar a la nube. Para especificar aún más estos factores, se aplicaron a los datos el marco TOE y el modelo DOI obteniendo hallazgos dentro de los siguientes contextos: características de innovación, tecnología, organización y ambiente, como se muestra en la Tabla 3-1. Las características de

innovación se dividieron en cuatro categorías: ventajas relativas, compatibilidad, facilidad de pruebas y riesgos probables. Los participantes indicaron una serie de ventajas que pueden influir positivamente en la decisión de migrar a la nube. En general, acordaron la reducción de costos (95%) y la agilidad (82%), y un mayor desempeño (65%) como impulsores positivos para la migración. Además, dos tercios de los participantes destacaron, probando las ventajas proporcionadas por la nube como un factor positivo para la migración. Por otro lado, los participantes informaron una serie de factores que aumentan los riesgos y la complejidad. Todos los proveedores de servicios en la nube entrevistados en este estudio señalaron que la falta de conocimiento sobre el entorno de la nube era un problema importante que influía negativamente en la decisión de migrar. Además, casi todos los entrevistados indicaron que hay un alto nivel de preocupación por la privacidad y la confidencialidad con respecto a la adopción de servicios basados en la nube.

Dentro del contexto tecnológico, los participantes indicaron problemas con la compatibilidad y las dificultades de migrar grandes volúmenes de datos como una influencia negativa en las decisiones de migración. El impacto en la cultura organizacional, el personal y los problemas de interpretabilidad se señalaron en un 69% y las dificultades en la migración de grandes datos fueron señaladas por todos los participantes. El contexto organizacional se dividió en dos variables en las que una se consideró negativa y la otra positiva. El nivel de experiencia y preparación de la Pyme fue señalado por el 90% de los participantes como un factor negativo de la disposición para migrar. Por su parte, el 100% de los entrevistados consideró que el apoyo de la alta dirección era un factor positivo que alentaba la migración. En el contexto del entorno, los participantes señalaron dos elementos que influyen negativamente en la decisión de migrar. Las preocupaciones sobre la regulación fueron indicadas por el 90% seguido de la y la selección de los proveedores de la nube (75%). La Tabla 3-1 muestra los principales hallazgos de la etapa 1 en el contexto de DOI y TOE.

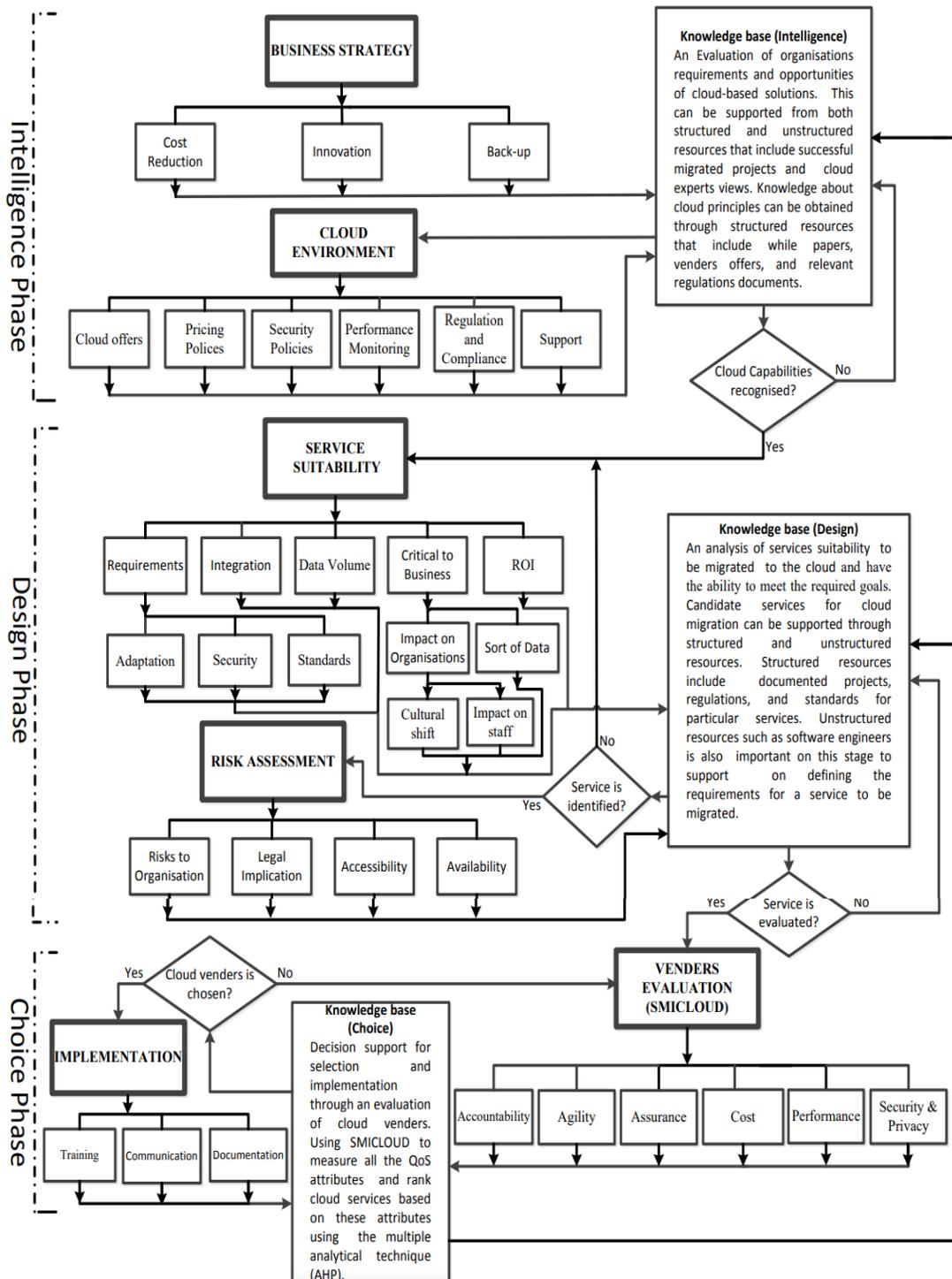


Figura 3-1: Etapas del modelo de proceso de toma de decisiones de migración a la nube (Alkhalil et al., 2014)

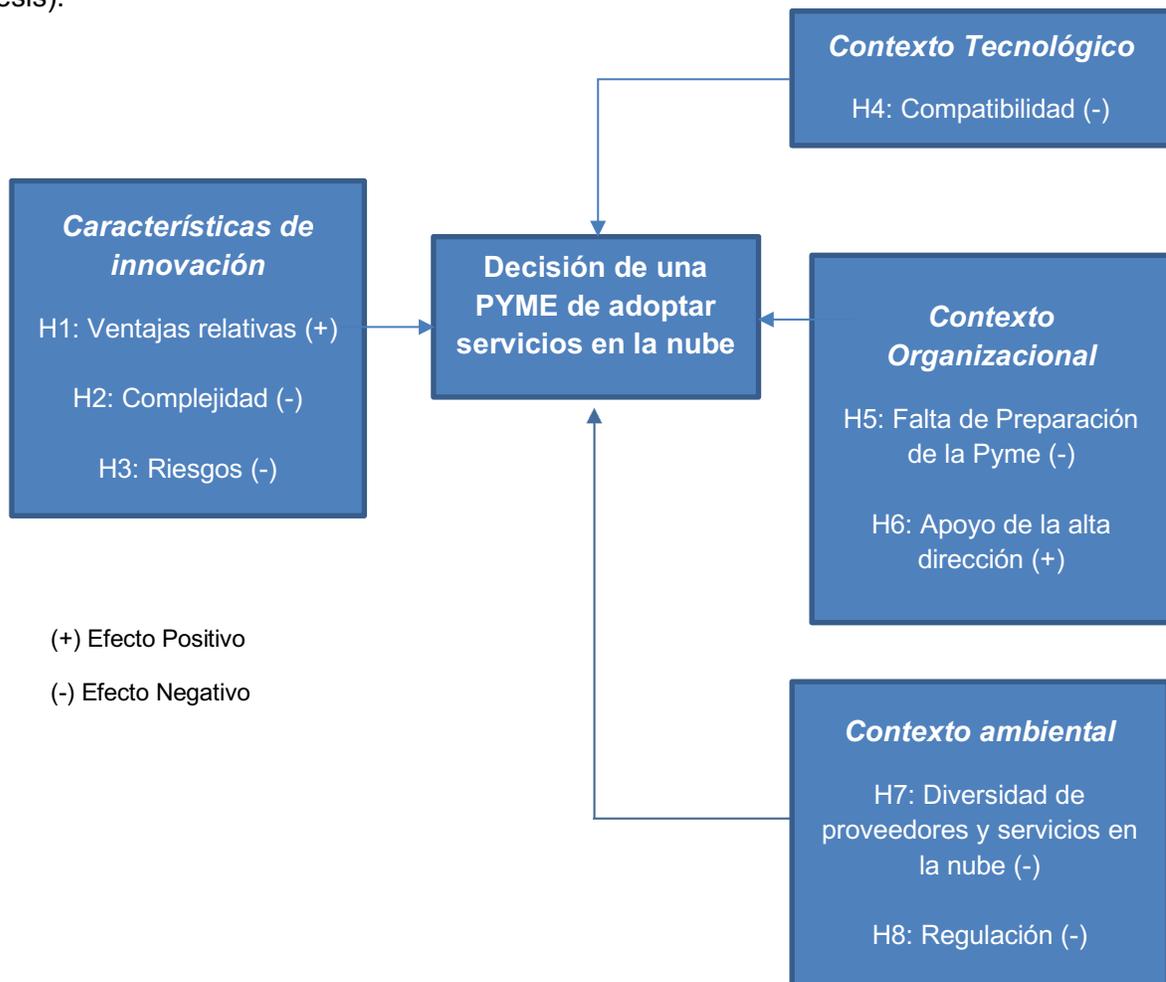
**Tabla 3-1:** Factores hallados en la etapa 1 para los contextos de TOE y DOI

Contexto	Variable	Hallazgos	Impacto
<b>Características de Innovación</b>	Ventajas relativas (DOI)	Reducción de costos, agilidad, copias de seguridad (Back-up), alto rendimiento	Positivo
	Complejidad (DOI)	Falta de conocimiento de la nube, falta de habilidades para administrar servicios de la nube, Problemas en la administración de costos, gestión de riesgos.	Negativo
	Riesgos (DOI)	Preocupaciones de privacidad y confidencialidad, pérdida de control de la operación y acceso a los datos, dependencia del proveedor	Negativo
<b>Tecnología</b>	Compatibilidad (DOI)	Impacto en el personal o cultura organizacional, problemas de interoperabilidad.	Negativo
<b>Organización</b>	Preparación de la Pyme (TOE)	Nivel de experticia	Negativo
	Apoyo de la alta dirección (DOI)	Competitividad, confianza, cultura de tercerización de servicios.	Positivo
<b>Entorno</b>	Selección de proveedor de la nube (TOE)	La selección de servicios y proveedores en la nube es difícil, y el número creciente de proveedores en la nube y su configuración.	Negativo
	Regulación (TOE)	Preocupaciones por implicaciones legales, propiedad de la data, Niveles de servicio.	Negativo

## 3.2 Modelo Propuesto e hipótesis

En la figura 3-2 se ilustra el modelo propuesto TOE+DOI para identificar los determinantes que influyen en la decisión de migración en la nube. Se basa en la integración de los contextos de características (organización, innovación, individuo, tecnología y entorno) identificados en el marco TOE y el modelo DOI. Se decidió por la combinación de más de una perspectiva teórica para lograr encapsular todos los factores asociados en un panorama general; TOE y DOI han sido ampliamente aceptados y adoptados en la adopción de la tecnología de la información. Comparten algunas similitudes y diferencias, por ejemplo, la consideración del contexto tecnológico y organizacional son casi los mismos, sin embargo, DOI no tiene en cuenta el contexto del entorno. Por el contrario, TOE no considera a los individuos y algunas de las características de innovación, mientras

que DOI incluye el apoyo de la alta dirección en el contexto organizacional y una gama más amplia de las características de innovación. En general, el marco TOE ayuda a identificar categorías relevantes para los determinantes, mientras que el modelo DOI ayuda a identificar variables específicas dentro de cada categoría. Por lo tanto, la combinación de los dos marcos se complementará entre sí y proporcionará una mejor comprensión para la adopción. Además, en (Chau, 1997) se argumenta que las variables deben adaptarse a las características de la innovación. Por lo tanto, la selección de variables se adapta al contexto de la migración a la computación en la nube. Las variables se identificaron con base en el análisis de las entrevistas en la Etapa 1, así como en la literatura relacionada. Se creó una hipótesis para cada una de las variables identificadas en el modelo, las cuales serán analizadas en las siguientes secciones (la tabla 3-2 proporciona la lista de las hipótesis).



**Figura 3-2:** Modelo TOE+DOI propuesto.

## 3.2.1 Características de la innovación

### 3.2.1.1 Ventajas relativas

La migración a la computación en la nube puede ser una decisión estratégica para que las organizaciones mejoren el desarrollo de los sistemas existentes a través de la mejora de la escalabilidad, la flexibilidad y el tiempo de puesta en producción de sus desarrollos.

Hay que recordar los 4 principio fundamentales para definir algo como Cloud Computing:

- ❖ Se puede consumir siempre desde una conexión de internet.
- ❖ Es escalable: como SaaS, más o menos licencias; como IaaS, más o menos capacidades de cómputo, de red o de almacenamiento.
- ❖ Se paga por lo que se consume, esto implica que el tema de facturación es complejo.
- ❖ Servicios Plug and Play, fáciles de adquirir y utilizar.

El análisis de la Etapa 1 muestra que la reducción de costos parece ser el factor de motivación más fuerte desde la perspectiva de los participantes para la migración a la nube seguida de la agilidad. Los gerentes de TI o proveedores que participaron en las entrevistas creen que la necesidad de implementar un nuevo servicio y encontrar los servicios basados en la nube como la opción más económica son los principales factores que impulsan la migración. Los participantes en la Etapa 1 también destacaron que, para una organización que desea establecer servicios más rápidamente, la nube puede ofrecer lo que no puede hacer en premisas.

Dos proveedores de servicios de la nube mencionaron al respecto:

*“La Liberación de carga a nivel de las áreas de TI que se ve reflejada en menores gastos operativos”; “Indudablemente hay un impacto en el Capex de una Pyme si se consideran los costos de mantener unas condiciones eléctricas y un canal de internet estable contra la garantía de disponibilidad en línea que brinda la nube”.*

Las empresas pueden agregar o eliminar servicios a medida que se desarrollan sus negocios. En un sentido técnico, las capacidades ágiles que ofrece la nube permiten a las empresas ser mucho más ágiles. Existen casos de éxito de Pymes que han migrado sus

sistemas legados a la nube. Una arquitecta de servicios de la nube de un proveedor indicó que: *“Por ejemplo, una empresa manejaba un sistema de facturación que corría en sus servidores en premisas. Esta empresa ofrecía a sus clientes promociones algunos meses del año lo cual implicaba que el sistema de facturación debía estar disponible al máximo en esos meses; una falla del servidor en pleno cierre de ventas podría generar pérdidas de dinero enormes. Cuando decidió migrar ese sistema a la nube encontró además de la alta disponibilidad, escalabilidad porque podía aumentar las capacidades en las temporadas de mayores ventas; la reducción de costos fue notoria”*.

**Tabla 3-2:** Listado de hipótesis.

No	Hipótesis
<b>H1</b>	Las Pymes que perciben importantes ventajas relativas en la nube tienen más probabilidades de migrar sus recursos TI a ella.
<b>H2</b>	Percibir que la nube involucra el manejo de tecnologías complejas afectará negativamente la decisión de migrar.
<b>H3</b>	La alta percepción de los riesgos tendrá una influencia negativa en la decisión de migrar.
<b>H4</b>	La percepción de que la nube es menos compatible con los sistemas existentes afectará negativamente la decisión de migrar.
<b>H5</b>	La falta de preparación de las Pymes influirá negativamente en la decisión de migrar sus recursos TI a la nube.
<b>H6</b>	El apoyo de la alta dirección está relacionado positivamente con la decisión de migrar.
<b>H7</b>	El proceso de selección de un proveedor de la nube es difícil, lo que influye negativamente en la decisión de migrar.
<b>H8</b>	Las preocupaciones sobre las implicaciones legales están negativamente relacionadas con la decisión de migrar.

Los participantes añadieron que la ventaja del Cloud Computing de brindar la posibilidad de desplegar aplicaciones de una forma muy ágil permitió la masificación de productos que antes no eran asequibles. El Software as Services (SaaS) trajo consigo los productos “plug and play”. productos en los que, por ejemplo, el cliente con una pequeña capacitación puede armar su propia página web. Por otro lado, el SaaS ha permitido que el proveedor de la nube se convierta en un aliado del cliente al tener un catálogo de servicios con funciones muy específicas como e-mail marketing, páginas web con responsive incluido, entre otros. La asequibilidad de productos también se dio en el tema de precios; licencias de Office 365 o antivirus a unos cuantos dólares que suplen las necesidades tanto del sector masivo como de las pymes.

El análisis de la información en esta sección condujo a la formulación de la siguiente hipótesis:

*H1: Las Pymes que perciben importantes ventajas relativas en la nube tienen más probabilidades de migrar.*

### **3.2.1.2 Complejidad**

Aunque la reducción de costos se ha percibido como la principal ventaja que impulsa a las organizaciones a pasar a la computación en nube, el análisis de la etapa 1 mostró que el costo de los servicios en la nube surgió como un problema al que algunas organizaciones se enfrentan cuando migran a la nube. Además, los participantes (proveedores de la nube) mencionaron que el costo es la principal razón por la que las empresas se retiran de la nube. Por ejemplo, un consultor de servicios de seguridad señaló que: *“Las empresas no escogen el modelo de negocio en la nube que más les conviene, los costos son interesantes porque generan una atracción instantánea, pero en realidad, muy a menudo las nubes tienden a ser más caras de lo que la gente cree que van a ser. Como la nube no lo tiene todo, después la empresa se da cuenta que hay funcionalidades que no están soportadas y son críticas para el negocio, por ejemplo, cifrado de discos duros, DLP, IPS, etc.”*

Los clientes de la nube pueden tener que pagar por: transferencias de datos dentro y fuera, almacenamiento de datos en la nube en un gigabyte por mes, soporte y disponibilidad adicional. Por lo tanto, la combinación de los cargos mensuales se convierte en un costo considerable. De igual forma, moverse a la nube implica cambiar la infraestructura de premisas, en otras palabras, una pyme necesitará contratar un canal dedicado de internet el cual el más costoso que un canal ADSL, requerirá adquirir un equipo o equipos de seguridad perimetral y un enrutador de borde; ambos tipos de dispositivos tienen un costo significativo que impactará las finanzas de la pyme.

Además, los servicios basados en la nube no siempre son más económicos que las provisiones internas. Esto depende del tamaño de las organizaciones y también de cuánto tiempo se guardan los datos. Por lo general, la computación en la nube es más rentable para las empresas emergentes. Por otro lado, las empresas que tienen grandes datos almacenados encontrarán que la migración es más difícil y costosa. Para estas organizaciones, los servicios en la nube serían más beneficiosos para la provisión de nuevos servicios, pero no para reemplazar o migrar servicios ya desplegados.

También surgió de las entrevistas que los clientes de la nube tienen altas expectativas del nivel de soporte. Muchos de los servicios en la nube se administran por sí mismos, mientras que muchos clientes esperan soporte las 24 horas, los 7 días de la semana.

Varios entrevistados sugirieron que es necesario desarrollar una comprensión sobre la seguridad general del entorno de la nube. Esto ayudará a las organizaciones a definir sus requisitos y garantizar una división clara de responsabilidades con respecto a los acuerdos de nivel de servicio (ANS). Se observó que las empresas necesitan revisar continuamente el mercado de la nube, debido a su naturaleza dinámica de costos y los servicios ofrecidos, por ejemplo, el costo del ancho de banda cambiará, al igual que el costo de los servicios. Por lo tanto, se puede concluir que la computación en la nube ha creado más desafíos para los administradores de TI, porque en la nube las funciones de administración de TI deben cambiar a la implementación de la tecnología. La transformación requiere habilidades prácticas y una comprensión de cómo implementar de forma segura servicios en la nube.

Por lo tanto, la hipótesis planteada para esta variable sería:

*H2: Percibir la computación en la nube como un modelo complejo afectará negativamente la decisión de migrar.*

### **3.2.1.3 Riesgos**

El proceso de migración a la nube puede implicar una serie de riesgos: pérdida de privacidad, interrupción de procesos del negocio, implicaciones legales, problemas de interoperabilidad, integridad de datos, portabilidad de aplicaciones y problemas de seguridad (Sahandi, 2013). Fabricantes de equipos de seguridad perimetral como (Paloalto, 2018) y (Check Point, 2019) han identificado más de una docena de amenazas con respecto a los servicios en la nube. Los gerentes de TI y los profesionales de seguridad entrevistados en este estudio expresaron su preocupación por la seguridad con respecto a la migración de datos confidenciales. A nivel de seguridad en la nube, la pyme debe implementar los mismos anillos que tenía en premisas: Seguridad perimetral, seguridad de acceso, control del tráfico de la red. Además, la pyme debe ser consciente que el enfoque de seguridad de la información es algo que tecnológicamente no se suplente necesariamente. Una política de gestión de accesos no depende del tipo de infraestructura que se tenga,

depende exclusivamente de la organización. Una arquitecta de servicios en la nube indicó al respecto:

*“Una pyme migró a la nube su aplicación de chat para atender sus clientes y por no tener implementada una política de seguridad de la información, tuvo inconvenientes con fuga y pérdida de integridad de la información por lo que fue necesario que el proveedor vendiera un servicio profesional de Centro de operaciones de seguridad (SOC).”*

Lo esencial es tener presente en todo momento que, dependiendo del contexto de la empresa, migrar a la nube puede entregar más riesgos que soluciones. Por eso es de vital importancia que las empresas lleven a cabo un análisis de riesgos de operar en la nube de igual forma que se hace al operar de manera tradicional. Por ejemplo, una empresa que maneje una base de datos con información de las tarjetas de crédito de sus clientes no puede pensar ingenuamente que solo con el hecho de subir la información a servicios en la nube como S3 de Amazon, necesariamente nadie más podría tener acceso a ella. Los proveedores de la nube ofrecen controles de acceso para la información subida, pero en la mayoría de los casos las empresas no son conscientes que deben implementarlos. El proveedor de la nube no va a garantizar que la información no cifrada no sea accedida desde internet; la configuración estándar en la nube es abierta, el cliente debe encargarse de cerrarla. En otras palabras, debe existir una política de acceso a la información en la nube, así como se define para el acceso de carpetas compartidas dentro de un entorno local.

Además, el análisis mostró inquietudes sobre los riesgos potenciales para las organizaciones que pueden incluir: pérdida de control, confiabilidad, gestión de las relaciones con diferentes proveedores de servicios en la nube, responsabilidad civil, continuidad del negocio, recuperación ante desastres y una mala elección del modelo de servicios. Por ejemplo, para este último ítem, existe una falsa expectativa para las pymes de que la nube lo tiene todo, los proveedores se aprovechan de esta situación para que estas empresas se muevan hacia allá. A esto se le suma que dado el concepto de rapidez que promueven los servicios en la nube, las pymes no prevén los costos a largo plazo, y un ejercicio presupuestal puede evidenciar que no existe ahorro en ese horizonte de tiempo. Esto sin hablar de la previsión de impuestos para servicios como Infraestructura como servicio que a la fecha están exentos de IVA pero todo parece indicar que no será por mucho tiempo. La falta de previsión puede llegar a costar mucho dinero y tiempo para

una empresa, hay un caso de una organización muy grande en el país que luego de implementar office 365 en su totalidad decidió posteriormente devolverse a su esquema anterior en premisas al no haber existido una proyección adecuada.

Por otro lado, otro riesgo no menos importante indicado por uno de los entrevistados consiste en que *“...si la empresa está distribuida geográficamente en unas o más sedes hay que tener en cuenta la calidad del servicio de internet sobre todo en los sitios más apartados en donde la oferta de enlaces de internet se limita a medios de comunicación satelitales y/o 3G que sufren de una latencia considerable y anchos de banda condicionados. Puede darse el caso que la “ganancia” de migrar una aplicación o un sistema legacy a la nube sea menor comparado con el riesgo que se presenten fallas en la conexión de internet que afecte a los usuarios que consumen la aplicación o el sistema desde la sede remota y tengan que esperar a que se establezca nuevamente el servicio o simplemente convivir con las intermitencias. Esto claramente impacta en la operación de la empresa. Tendría más sentido, tener otra sede como centro alternativo de operación y ejecutar un DRP (protocolo de recuperación ante desastres) en caso de un evento de contingencia para seguir operando con servicios instalados en las premisas y no en la nube...”*

En este caso, la hipótesis sería:

*H3: La alta percepción de los riesgos tendrá una influencia negativa en la decisión de migrar.*

## **3.2.2 Contexto Tecnológico**

### **3.2.2.1 Compatibilidad**

En los casos en que las organizaciones necesitan implementar un servicio adaptado a sus necesidades, la computación en la nube solo puede proporcionar parte de la solución. En tal caso, la empresa puede requerir experiencia técnica adicional para integrar la solución en la nube con el sistema interno – lo que se conoce como "computación híbrida en la nube". Las empresas también deben evaluar el impacto de la migración a la nube en la cultura y el personal de la organización, debido a la posible falta de familiaridad con el

sistema y el entorno. Si una empresa desea migrar un sistema existente que se ha desarrollado y adaptado a lo largo del tiempo con miembros del personal acostumbrados a él, se requerirá capacitación.

La falta de estándares en la computación en la nube suele generar problemas de interoperabilidad, movilidad y capacidad de administración entre los proveedores de la nube. Esto puede aumentar la probabilidad de que se genere una dependencia del proveedor (vendor lock-in) con posibles impactos económicos. Existen soluciones para entornos multi-nube (privadas y públicas) pero esto involucra un conocimiento específico y unos costos asociados.

Por otro lado, se presentan situaciones en las que afinar la operación de una aplicación que fue migrada a la nube genera muchos inconvenientes entre el proveedor y el cliente, sin lograr que funcione correctamente (problemas con el almacenamiento, tiempos altos de respuesta en la conexión, etc); "...básicamente se puede decir de manera coloquial que son casos en los que hay matrimonios que no funcionan..." afirmó uno de los entrevistados. Un consenso de todas las entrevistas es que si una Pyme tiene una conexión a internet estable y cuenta con una sola sede no haría mucho sentido migrar un sistema legado a la nube.

En cuanto al volumen de datos que maneja cada empresa, estas necesitan conocer dicho valor ya que tiene un impacto directo en los cálculos de costos. Las empresas que tienen grandes datos almacenados localmente encontrarán la migración más difícil y más costosa porque o deben destinar el ancho de banda de su canal de conexión para subir los datos a la nube o deben pagar por un servicio de recogida y transferencia de datos sin conexión. Para estas organizaciones, los servicios en la nube pueden ser más beneficiosos para la provisión de nuevos servicios, pero no para reemplazar o migrar y desplegar los servicios existentes.

Para servicio de respaldo en línea, como backups de computadores de usuarios, la información se sube a la nube a través de una aplicación que la cifra, el cliente es el único custodio de la contraseña para restaurar dicha información. Si llegara a olvidarla o perderla, la información sería imposible de restaurar ya que el código de la aplicación fue diseñado para no ser vulnerable.

La hipótesis que se desprende del análisis sería:

*H4: La percepción de que la nube es menos compatible con los sistemas existentes afectará negativamente la decisión de migrar.*

### **3.2.3 Contexto Organizacional**

#### **3.2.3.1 Preparación de la Pyme**

La heterogeneidad de los sistemas dentro de las organizaciones y sus requisitos también han afectado la complejidad del proceso de toma de decisiones al considerar la migración a soluciones basadas en la nube. (Andrikopoulos et al., 2013) señaló que la decisión de migrar, qué servicios de nube usar y en qué nivel subcontratar no es trivial y que depende en gran medida de múltiples factores que son específicos del contexto de cada empresa. Además, las organizaciones tienen diferentes procesos de negocios y criterios y restricciones interdependientes a considerar al trasladar sus sistemas a entornos de nube. El análisis de la Etapa 1 también reveló que las organizaciones tienen diferentes expectativas y comprensión sobre el entorno de la nube. El nivel de conocimiento de la pyme en cuanto al tema de servicios en la nube se convierte en una barrera para su adopción. Este tipo de empresas además de tener una necesidad tecnológica de migrar recursos a la nube también tienen una necesidad de acompañamiento por parte del proveedor durante y después de la migración. Además, para los entrevistados es evidente que aún existen barreras culturales como la falta de confianza en las transacciones en línea y el manejo de una segunda lengua para interactuar con los representantes del proveedor Cloud en Estados Unidos (caso Amazon o Azure). Microsoft ya tiene soporte en español, pero no para todos los servicios.

Al respecto, uno de los entrevistados dijo lo siguiente:

*“...El cliente pyme cómo pretende adoptar el Cloud Computing, sino está preparado para hacerlo, además espera y confía que su proveedor de servicios en la nube le ayude con dicha adopción. Por otro lado, el proveedor no está preparado o no tiene la capacidad para acompañar al cliente en su adopción Cloud, en especial, si se trata de migrar software legacy o aprovisionar servicios IaaS. Básicamente se codifica un juego entre cómo el proveedor ayuda a su cliente en la adopción de Cloud, pero sin llegar a sobrepasar los*

*límites de los que está dentro de su alcance y responsabilidad. En otras palabras, se puede hablar de una relación de amores y desamores dado que el valor agregado se malinterpreta...”*

La transformación de los servicios de TI ha aumentado la necesidad de nuevas habilidades para tratar con servicios basados en la nube. Cambió los roles y las responsabilidades de las áreas de tecnología y el soporte de los recursos internos para administrar los sistemas de las empresas en la nube, como la configuración, el monitoreo y la integración de los servicios en la nube con el resto sistemas de premisas. Estas diferencias requieren un tipo de experiencia que las empresas generalmente no tienen.

El entrevistado complementó diciendo que: *“... Otro aspecto es la cultura tradicional que tienen los clientes Pymes en la cual el proveedor les hace todo, de hecho, es la tradición de los servicios TIC que se han vendido toda la vida. Por ejemplo, un proveedor que revende office 365 no entrará a configurar los roles en el Sharepoint, solo se limitará a reenviar a su cliente la documentación de Microsoft. Los servicios Cloud crean una nueva cultura que impone el lema “hágalo usted mismo”, algo que cae muy bien para las startups, pero no en la empresa tradicional; adicional a esto, proveedores como AWS y Azure no se degastan en un contacto con el cliente final y solo garantizan el acceso a una documentación técnica extensa. Es aquí donde las telco que tienen un enfoque orientado al servicio al cliente pueden tener una oportunidad de atacar esa demanda de clientes tradicionales, emitiendo una valoración de si el cliente está preparado o no para adoptar cloud y acompañarlo durante el proceso...”*

En este caso, la hipótesis sería:

*H5: La falta de preparación de la Pyme influirá negativamente en su decisión de migrar a la nube.*

### **3.2.3.2 Apoyo de la alta dirección**

El apoyo de la alta dirección juega un papel importante en la decisión de migrar a la computación en la nube. Orienta la asignación de recursos, la integración de servicios y la reingeniería de procesos. (Amini, et al., 2014) afirman que la alta dirección que reconoce los beneficios de la computación en la nube es probable que asigne los recursos necesarios para su adopción e influya en los miembros de la organización para

implementar el cambio. Cuando la alta dirección no reconoce los beneficios de la computación en la nube para el negocio, esta se opondrá a su adopción.

El desarrollo de una cultura de externalización o tercerización en la Pyme es un factor principal para la migración a la nube ya que la alta dirección debe contar con la confianza suficiente de tercerizar su infraestructura con un proveedor.

La hipótesis para considerar es evidente:

*H6: El apoyo de la alta dirección está relacionado positivamente con la decisión de migrar.*

### **3.2.4 Factores del entorno**

#### **3.2.4.1 Diversidad de proveedores y servicios**

Otro factor que influye en la complejidad de las decisiones de migración a la nube es la disponibilidad de un gran número de servicios basados en la nube que tienen diferentes modelos, funcionalidades, calidad de servicio, costos y configuraciones. La gama de servicios basados en la nube que se ofrecen está creciendo simultáneamente con la aparición de diversos proveedores de servicios en la nube. Las empresas pueden encontrar modelos basados en la nube, posiblemente de todo, desde aplicaciones de propósito general como el correo electrónico y las herramientas de colaboración, software de administración de ventas y contabilidad, servicios contenerizados y hasta servicios denominados “serverless” que potencializan la labor del desarrollador dado que el código corre en ambientes de ejecución propios de la administración del proveedor. Este rápido aumento abre nuevas oportunidades para el diseño de nuevas aplicaciones y arquitecturas empresariales, nuevos niveles de calidad y capacidades. Aumenta la dificultad de elegir un proveedor y un servicio y hace que la adaptación en tiempo de ejecución y el reemplazo de servicios sea todo un desafío.

Otro tema para considerar es la diferencia de contratar servicios en la nube con un proveedor local o con un proveedor internacional ya sea directamente con él o a través de uno de sus canales de venta regional. Con respecto a los planes que ofrecen los proveedores internacionales, las empresas deben tener la claridad que en los planes

básicos todas las funcionalidades son automáticas y no incluyen soporte técnico telefónico a menos que asuman un costo adicional – en idioma español no disponible–. La asesoría se limita a la documentación disponible en la página web. Un proveedor local o un canal de venta, genera una sensación de cercanía al brindar una asesoría después de la compra del producto y en idioma nativo, además de entregar una factura en moneda local por una empresa registrada en el país y no una factura electrónica en dólares que dificulte el registro en los libros de contabilidad como pasa con el proveedor internacional. Dado que la mayoría de las pymes del país no son de base tecnológica, el soporte de la nube local es primordial, así como la opción de conseguir un consultor que los asesore para migrar sus recursos a la nube ya que es difícil que lo logren hacer solos y les quede bien al no contar con personal calificado y la experiencia necesaria.

Complementando lo anterior, una arquitecta de servicios en la nube entrevistada planteó:

*“...Hay un tema relevante en las empresas de telecomunicaciones, en donde los ejecutivos comerciales nunca habían vendido servicios Cloud y se dedicaron a ofrecerlo como servicios de hosting que regularmente incluyen la administración por parte del proveedor. Se presentó una falencia a nivel comercial ya que el discurso de ventas no cambió al momento de lanzarse la oferta de productos en la nube. Inicialmente no pensaron en resolver la pregunta: ¿Cómo se debe desarrollar el producto Cloud para satisfacer las necesidades de nuestros clientes?; tampoco tuvieron en cuenta que existen clientes Pymes, en especial del segmento pymes, que perciben a proveedores como Amazon muy lejanos, sin un interlocutor definido y contacto en otro idioma, mientras que se quejan de los proveedores nacionales por no entregarles un valor agregado. Esto daba pie para que las “telco” se cuestionaran cosas como: ¿Cómo me ve mi cliente?, ¿lejano?, ¿cómo rediseño el producto Cloud para que el cliente me vea más cercano, pero satisfaciendo sus necesidades?; ¿cómo aprovechar las ventajas de ser una telco con experiencia en venta de servicios administrados y colocarlas como oferta de valor dentro de la oferta de servicios cloud?...”*

Pero ¿qué variables debe evaluar una Pyme para escoger un proveedor Cloud?: Depende del tamaño de la empresa. Una empresa con muchos servicios o aplicaciones serán renuentes a migraciones y preferirán convivir con las incidencias de su actual proveedor ya que el costo de cambiarse a otro puede ser muy alto. Una empresa con un número de

servicios más reducido puede pensar en cambiar de proveedor si este no cumplió con sus necesidades tecnológicas, si no cumplió sus expectativas o si lo que le vendieron no corresponde a lo que entregaron, a pesar de que haya hecho un esfuerzo significativo para montar sus aplicaciones en la nube y haber afinado su funcionamiento en la plataforma de dicho proveedor; simplemente decide no caer en un estado de “vendor lock-in” (dependencia del proveedor). Los clientes aún más pequeños se les acomoda perfectamente la solución Cloud estándar, no necesitan customización. De hecho, no interactúan mucho con el proveedor; se pueden mover de un proveedor a otro sin ningún problema. El cliente puede solicitar el archivo de contenedores, por ejemplo, el VMDK, para desplegar una nueva máquina virtual en otro sitio, no hay una condición legal para no entregarla. Las empresas grandes no cambian de proveedor fácilmente para sus sistemas actuales. Cuando adoptan la nube por primera vez empiezan por sus ambientes de pruebas y calidad (PT y QA), no con el ambiente de producción. A menudo optan por una solución híbrida en la nube que permite la interconexión del servicio Cloud con el mundo tradicional del centro de datos. Dentro de las Pymes, las empresas medianas solo adquieren un servidor virtual IaaS para montar su página web desarrollada por su área de tecnología o un freelancer. Por su parte las pequeñas, compran un servicio SaaS para edición de páginas web y utilizan una plantilla para diseñarla. En ambos casos la percepción de cercanía del proveedor de Cloud local es mucho mayor en comparación con Azure o AWS.

En este caso, la hipótesis a evaluar sería:

*H7: El proceso de selección de un proveedor de la nube es difícil, lo que influye negativamente en la decisión de migrar.*

#### **3.2.4.2 Regulación**

El aumento en el número de regulaciones en la adopción de servicios en la nube y la violación del cumplimiento legal se ha convertido en una preocupación para muchas organizaciones. Esto fue advertido por los entrevistados de la etapa 1. Los participantes también manifestaron su preocupación por la pérdida o mal uso de los datos personales por parte de terceros, problemas con los acuerdos de niveles de servicio (ANS) y la malinterpretación de las obligaciones tributarias asociadas al consumo de servicios en la

nube; todo esto enfocado a que las empresas deben garantizar el cumplimiento de toda reglamentación.

Por su parte las entidades reguladoras en Colombia han emitido conceptos que llevan a las empresas a analizar detenidamente su decisión de migrar servicios a la nube. La Superintendencia de Industria y Comercio hace hincapié en la falta de control de los datos (falta de disponibilidad, integridad y confidencialidad de la información) y, en la falta de información sobre el tratamiento y las condiciones en las que se presta el servicio por el desconocimiento de la existencia de cadenas de sub-encargados y las zonas geográficas donde se tratan los datos, que pueden determinar la ley aplicable de manera adversa al cliente o no tener un nivel adecuado de protección de datos personales (Superintendencia de Industria y Comercio, 2015). A finales del 2018, la DIAN publicó la Opinión No. 32620, en donde hace ver que, por su naturaleza automatizada, los servicios en la nube generalmente no requieren la participación de un operador, y si se prestan desde el extranjero, no estarán sujetos a la retención del impuesto sobre la renta en Colombia. Por consiguiente, si una pyme requiere alguna intervención humana que implique la aplicación de conocimiento especializado por parte del proveedor, este será considerado como un servicio técnico los cuales están sujetos a un impuesto de retención del 15%. En la práctica, algunos agentes de retención colombianos están aplicando erróneamente dicha retención, sin tener en cuenta la doctrina de la Dian ni el límite del 15 % sobre la deducción. Por lo tanto, es importante revisar el asunto con los asesores tributarios antes de aplicar un tratamiento incorrecto a este tipo de servicios (Meza, 2019).

Por otro lado, la Superintendencia Financiera emitió en marzo de 2019 la circular 005 en donde esboza las Instrucciones relacionadas con el uso de servicios de computación en la nube. Allí establece las pautas que deberán seguir las empresas que son objeto de inspección de esta entidad cuando decidan soportar sus procesos misionales o de gestión financiera en servicios de computación en la nube. Actividades como la actualización del sistema de gestión de riesgo operativo (SARO), criterios de selección de proveedores, respaldo e independencia de la información que se procesa, entre otros, hacen parte de las disposiciones incluidas en dicha circular (Superfinanciera, 2019).

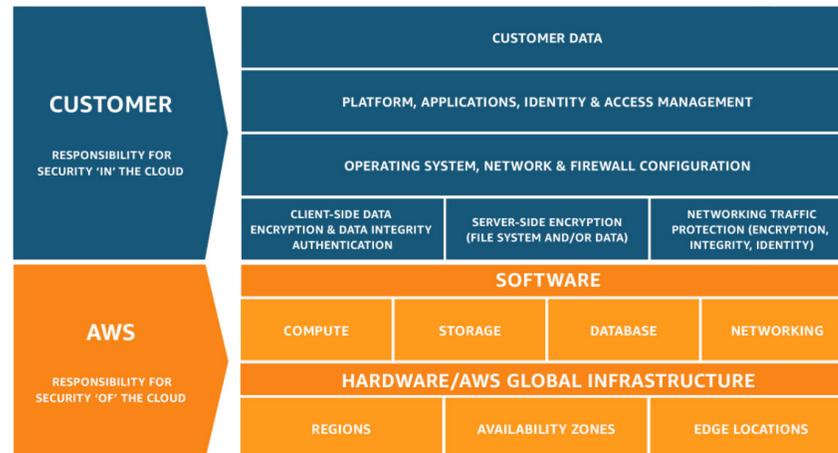
En cuanto al tratamiento de datos, las pymes deben ser conscientes que no solo puede verse afectada la confianza por una mala gestión de la protección y privacidad de los datos personales, sino que incluso podría verse afectado el ciclo de ventas o podrían producirse

pérdidas financieras en caso de violación; Los servicios que presta la pyme pueden idearse de modo que cuenten con protecciones “desde el diseño”, es decir, la minimización de la recopilación de datos o el uso de “cifrado por defecto” (AWS, 2018). Esto se vuelve un desafío importante para este tipo de empresas ya que deben fijarse si el servicio a contratar en la nube implica el tráfico de información y, en particular, de datos personales. De ser así, su decisión debe tener claridad sobre las garantías que le ofrecen los proveedores, en cuanto al cumplimiento de los principios de disponibilidad, confidencialidad e integridad de la información, así como las acciones previstas para responder por la continuidad del negocio y recuperación de desastres. Además, siempre que el tratamiento de los datos se realice fuera del territorio colombiano, es importante que el contrato de servicios de computación en la nube se adecúe a lo establecido en el numeral 2.2.2.25.5.2 del Capítulo 25, Sección 5, del Decreto Único 1074 de 2015, de manera que el control y responsabilidad en el tratamiento de datos esté siempre en cabeza del responsable (Superintendencia de Industria y comercio, 2015). En este punto vale la pena resaltar que la mayoría de los proveedores de servicios en la nube manejan un modelo de responsabilidad compartida, el cual delimita la responsabilidad que asume el cliente y el proveedor a nivel de seguridad de la nube (protección de la infraestructura que ejecuta todos los servicios provistos en la nube) y en la nube (configuración de la seguridad en los servicios que consume); en la figura 3-3 se muestra un ejemplo de este tipo de modelos, allí se puede observar que la responsabilidad de la seguridad de los datos es exclusiva del cliente.

Todo lo anterior implica claramente que el cliente de servicios en la nube, en este caso las pymes, debe desarrollar un sistema de administración de riesgos, acorde con su estructura organizacional, sus procesos y procedimientos internos asociados al tratamiento de datos personales tratados por la empresa, seguridad de la información, e implicaciones tributarias.

Por otro lado, la simplicidad de la suscripción de nuevos contratos de servicios basados en la nube puede generar problemas de niveles de servicios. Los Acuerdos de Nivel de Servicio (ANS) son elementos clave que se deben especificar en los contratos de prestación de servicios en la nube para garantizar el correcto manejo de los datos, y así mismo requisitos especiales de seguridad, capacidad, continuidad, disponibilidad, confidencialidad e integridad del servicio, incluyendo exigencias en la gestión y monitoreo

del servicio, además el proveedor de servicios debe entregar a sus clientes reportes de la prestación y operación del servicio en los cuales pueda relacionar los ANS incluidos en el contrato (Leon, 2014). Las pymes deben revisar los términos y condiciones generales que los proveedores generalmente incluyen en los ANS.



**Figura 3-3:** Modelo de responsabilidad compartida AWS.

La hipótesis planteada luego de este análisis es:

*H8: Las preocupaciones sobre las implicaciones legales están negativamente relacionadas con la decisión de migrar.*

## 3.3 Prueba del Modelo Propuesto

### 3.3.1 Población y muestra del estudio

Para evaluar el modelo propuesto, inicialmente se definió como unidad de análisis las Pymes radicadas en la ciudad de Bogotá de acuerdo con lo establecido por la legislación del país. Dentro de estas empresas se aplicó el instrumento (formulario de encuesta, ver anexo 2) a las personas que tuvieran conocimiento y/o responsabilidades en temas de tecnología dentro de las empresas. Por esta razón, el instrumento fue dirigido a propietarios, gerentes, representantes legales, directores y en resumen a cualquier alto mando de la organización, pues estos tienen una visión global de la empresa. También se incluyó el personal que tenía tareas directamente relacionadas con servicios TI.

Se optó por realizar un muestreo por conveniencia, en donde se aplicó el cuestionario a los representantes de Pymes con las cuales ya se tenía una relación de confianza por haber cursado juntos un diplomado en alta dirección de empresas de TI en Bogotá. Los participantes provenían de organizaciones de diferentes tamaños y de diversos sectores de la industria. Se recogió información presencialmente aprovechando la proximidad con los participantes.

Cabe recordar que la investigación fue diseñada como no experimental, por lo que no es posible intervenir en las variables a evaluar, en este caso la adopción de Cloud Computing, pues el hecho de recolectar la información e indagar sobre el tema no tendrá ningún efecto sobre la migración de servicios en la nube por parte de las empresas (Sampieri, 2010).

### **3.3.2 Aplicación de la encuesta**

Las preguntas se basaron en los hallazgos de la Etapa 1 (ver Tabla 3-1), así como en el análisis de literatura relacionada. Para garantizar que la encuesta midiera lo que se pretendía y se adecuara el objetivo de la investigación, primero se validó el contenido de y posteriormente se realizó una prueba piloto.

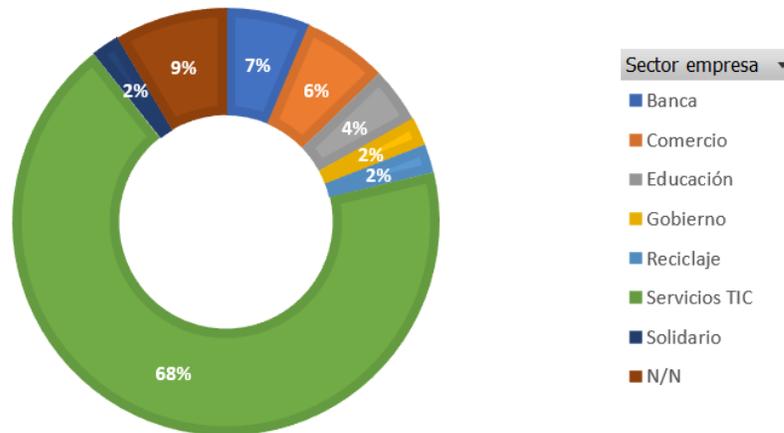
El cuestionario se validó con tres expertos en computación en la nube, quienes evaluaron el instrumento y propusieron algunas modificaciones. Dos de ellos solicitaron no ser mencionados. El primer experto, tiene más de 7 años de experiencia en arquitectura de servicios en la nube y trabaja para una de las empresas de telecomunicaciones más grandes del país. El segundo experto, tiene 10 años de experiencia en venta consultiva e implementación de servicios de seguridad en las nubes de los proveedores más reconocidos a nivel mundial. Finalmente se encuentra el investigador autor de esta tesis que posee más de 5 años de experiencia como gestor de proyectos de implementación y migración de servicios en la nube para el sector financiero.

Cuatro participantes fueron utilizados para el estudio piloto. Los comentarios mostraron que las preguntas eran comprensibles y que los participantes podían proporcionar las respuestas requeridas, aunque se sugirieron algunas enmiendas.

La encuesta reflejó los problemas que se habían planteado en la Etapa 1 que afectaban la migración a la computación en la nube. En total se recogieron 64 respuestas de un

potencial de 120. 4 respuestas fueron incompletas, por lo tanto, fueron eliminadas del análisis dejando 60 respuestas utilizables.

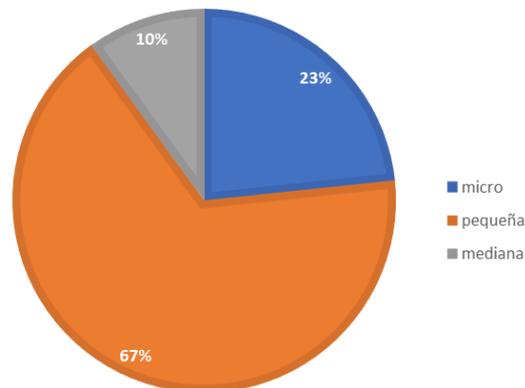
La Figura 3-4 muestra la división por actividad económica de las empresas que hicieron parte del estudio. Se destaca con un 68% las pymes que ofrecen servicios TIC, seguidas de las actividades de comercio y reciclaje con un 9% y 7% respectivamente.



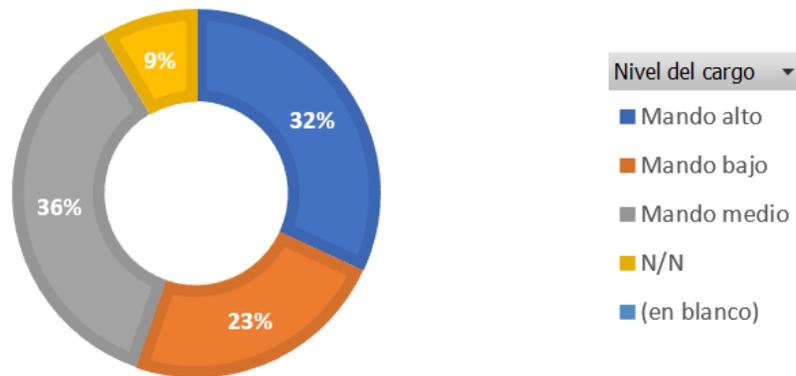
**Figura 3-4:** Porcentaje de Empresas por actividad económica. Fuente: Elaboración propia.

En lo que respecta al tamaño, la figura 3-5 refleja que el 23% de las empresas clasifican como micro, 67% son pequeñas y el 10% son medianas.

La figura 3-6 presenta el gráfico con los porcentajes de los cargos de las personas encuestadas. El 32% tienen un cargo de alto mando dentro de la empresa, es decir, gerentes, directores y propietarios. Los mandos medios (coordinadores, jefes) fueron un 36%. Finalmente, las personas que tenían algún cargo de responsabilidad operativa en cuanto a TI dentro de la empresa corresponden al 23% de los encuestados.



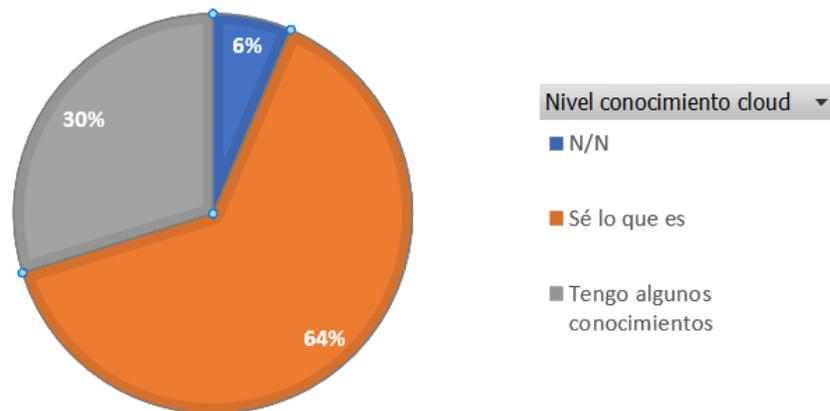
**Figura 3-5:** Número de empleados de las empresas. Fuente: Elaboración propia.



**Figura 3-6:** Nivel del cargo de los participantes de las encuestas. Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al nivel de conocimiento de los participantes sobre la computación en la nube, en la figura 3-7 se presentan los porcentajes correspondientes. El 64% de los encuestados sabe qué es computación en la nube, pero sin conocimientos específicos, mientras que otro 30% posee algún tipo de conocimiento o experiencia en el tema; solo un 6% indicó no conocer nada al respecto.

Los datos se digitaron dos veces en una hoja de Excel para minimizar el riesgo de pérdida de la integridad de los datos. Se calculó la confiabilidad del cuestionario seguido de un análisis factorial exploratorio y un análisis factorial confirmatorio. Los constructos (ventajas relativas, complejidad, riesgos, compatibilidad, preparación de la pyme, apoyo de la alta dirección, diversidad de proveedores y servicios, y regulación) se midieron utilizando una escala Likert de cinco puntos en un nivel de intervalo que va de 1 (muy baja importancia) a 5 (muy alta importancia). Los datos se analizaron en función de estos indicadores. Por ejemplo, los puntajes más bajos indican baja influencia de una variable en la decisión de migrar. Sin embargo, los resultados no muestran diferencias importantes entre las diferentes industrias, por lo tanto, este documento analiza únicamente los resultados globales.



**Figura 3-7:** Nivel de conocimiento sobre computación en la nube. Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.3 Modelado de ecuaciones estructurales

Para probar las hipótesis de investigación, se usó el Modelo de Ecuación Estructural (SEM) (Hoyle, 1995). SEM es un enfoque estadístico para explorar las relaciones entre las variables observadas y las variables latentes. Incluye dos componentes principales: el modelo de medición y el modelo estructural. El modelo de medición muestra las relaciones entre las variables latentes y las variables observadas. Su objetivo es proporcionar confiabilidad y validez, en base a estas variables. El modelo estructural mide la intensidad de la ruta y la dirección de las relaciones entre las variables. Primero es necesario probar el modelo de medición y asegurar que tenga un nivel satisfactorio de confiabilidad y validez antes de explorar la importancia de las relaciones en el modelo estructural.

### 3.3.4 Análisis factorial exploratorio

Se realizó la prueba de fiabilidad de constructo por medio del coeficiente Alfa de Cronbach. Este es uno de los métodos más usados cuando se trata de variables por intervalos o de razón (Sampieri, 2010). Por lo tanto, se aplicó en la sección del cuestionario que mide las posturas relacionadas con los habilitadores y barreras para la adopción de la computación en la nube, puesto que son las únicas variables por intervalos dentro del instrumento (escala de Likert de 5 puntos). El alfa calculado es de 0.758, indica una fiabilidad satisfactoria y consistencia interna para la para las 8 variables del modelo de investigación (Zapata & Canet, 2008).

Para analizar la fuerza de asociación entre las variables (multicolinealidad), la validez de los constructos se probó utilizando la prueba de Esfericidad de Bartlett y el Kaiser-Mayer-Olkin (KMO) para la medida de la adecuación del muestreo (Ferrando y Anguiano-carrasco, 2010). El resultado de la prueba de Esfericidad de Bartlett y el valor de KMO fue de 0.000000112 y 0.632 respectivamente (ver Figura 3-8). El último valor es más de 0.5, que muestra un alto nivel de adecuación de muestreo.

```
> print(cortest.bartlett(Rcor,n=nrow(base)))
$chisq
[1] 85.13071

$ p.value
[1] 1.121878e-07

$df
[1] 28

> kmo.num = sum(Rcor^2) - sum(diag(Rcor^2))
> kmo.denom = kmo.num + (sum(A^2) - sum(diag(A^2)))
> kmo=kmo.num/kmo.denom
> print(kmo)
[1] 0.6321772
```

**Figura 3-8:** Resultados de pruebas de esfericidad de Bartlett (validez de los constructos) y KMO (Adecuación del muestreo).

El examen de la correlación entre variables (figura 3-9) muestra el nivel más alto de correlación entre los constructos Riesgos y preparación de la pyme (0,61). A esto le sigue la correlación entre compatibilidad y preparación de la pyme (0,60), riesgos y compatibilidad (0,49) así como la de ventajas relativas y el apoyo de la alta dirección (0,45).

La validez discriminante se refiere a la medida en que un constructo es realmente distinto de otros constructos. Una medida estadística usualmente utilizada para la validez discriminante es una comparación de la varianza promedio extraída (AVE, por sus siglas en inglés) con la correlación al cuadrado. Para asegurar la validez discriminante, se debe comprobar que las correlaciones entre los constructos son más bajas que la raíz cuadrada de la varianza extraída media (AVE) de cada constructo. Los resultados muestran que la raíz cuadrada del AVE de cada variable es significativamente mayor que su coeficiente de correlación con otras variables (ver figura 3-9), por lo tanto, se cumple la validez discriminante.

En general, el modelo de investigación superó las pruebas de confiabilidad aceptable, validez convergente y validez discriminante.

```
> Rcor <- cor(datos, use="pairwise.complete.obs")
> Rcor
```

	H1	H2	H3	H4	H5	H6
H1	1.00000000	-0.08106812	-0.1831466	-0.1850384	-0.3260424	0.4547828
H2	-0.08106812	1.00000000	0.3840300	0.2454793	0.3684612	-0.2705559
H3	-0.18314662	0.38403003	1.00000000	0.6013744	0.6129454	-0.3024789
H4	-0.18503842	0.24547928	0.6013744	1.00000000	0.4952110	-0.3989698
H5	-0.32604238	0.36846118	0.6129454	0.4952110	1.00000000	-0.2612336
H6	0.45478275	-0.27055594	-0.3024789	-0.3989698	-0.2612336	1.00000000
H7	-0.07732712	0.15441500	0.3145108	0.3965804	0.3981622	-0.3043267
H8	-0.29301552	0.03239920	0.3072412	0.2435299	0.2565747	-0.2498453

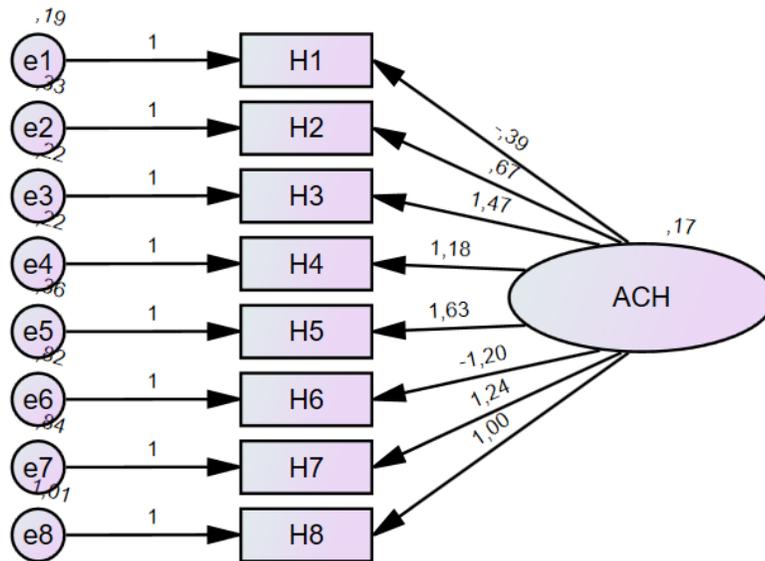
  

	H7	H8
H1	-0.07732712	-0.2930155
H2	0.15441500	0.0323992
H3	0.31451081	0.3072412
H4	0.39658036	0.2435299
H5	0.39816223	0.2565747
H6	-0.30432669	-0.2498453
H7	1.00000000	0.2226201
H8	0.22262011	1.0000000

Figura 3-9: Matriz de correlaciones entre variables.

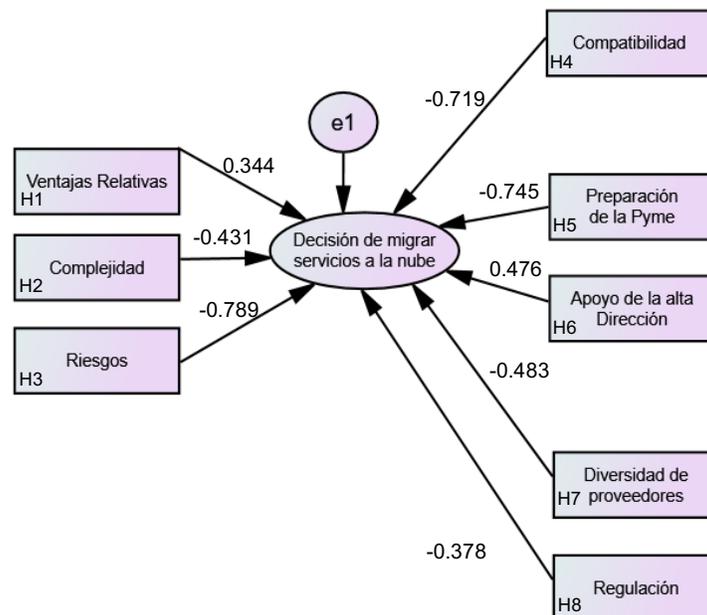
### 3.3.5 Análisis factorial confirmatorio

Para probar la estabilidad de la escala, se empleó el análisis factorial confirmatorio utilizando un modelo de ecuaciones estructurales con el fin de examinar el modelo de investigación hipotético realizando una prueba simultánea. Se diseñó un modelo de medición utilizando la herramienta AMOS SPSS y se eligió el método de estimación de máxima verosimilitud para el análisis factorial confirmatorio ya que no requiere un gran tamaño de muestra y los resultados del método son confiables. Por lo tanto, es ampliamente utilizado en pruebas de hipótesis teóricas (Lara, 2014). El modelo estructural muestra los resultados de los coeficientes de regresión e ilustra el alcance de la influencia mutua entre las variables. El coeficiente de regresión fue calculado automáticamente por la herramienta. Las figuras 3-10a y 3-10b muestran los resultados para el modelo estructural con coeficientes no estandarizados y estandarizados respectivamente, especificando la descripción de cada variable en ambos casos



**Figura 3-10:** Modelo de ecuaciones estructurales con coeficientes de regresión no estandarizados.

ACH: Adopción Cloud hipotética; H1: Ventajas relativas, H2: Complejidad, H3: Riesgos, H4: Compatibilidad, H5: Preparación de la Pyme, H6: Apoyo de la alta dirección, H7: Diversidad de proveedores, H8: Regulación, e1, e2, e3, e4, e5, e6, e7, e8: Varianzas de error.



**Figura 3-11:** Modelo de ecuaciones estructurales con coeficientes de regresión estandarizados.

H1: Ventajas relativas, H2: Complejidad, H3: Riesgos, H4: Compatibilidad, H5: Preparación de la Pyme, H6: Apoyo de la alta dirección, H7: Diversidad de proveedores, H8: Regulación, e1: Varianza de error.

De este modo, el modelo de medida queda definido a través de las siguientes ecuaciones:

$$H1 = 0,344 \cdot ACH + e1 \quad (1)$$

$$H2 = -0,431 \cdot ACH + e2 \quad (2)$$

$$H3 = -0,789 \cdot ACH + e3 \quad (3)$$

$$H4 = -0,719 \cdot ACH + e4 \quad (4)$$

$$H5 = -0,745 \cdot ACH + e5 \quad (5)$$

$$H6 = 0,476 \cdot ACH + e6 \quad (6)$$

$$H7 = -0,483 \cdot ACH + e7 \quad (7)$$

$$H8 = -0,378 \cdot ACH + e8 \quad (8)$$

En donde las variables H1, H2, H3, H4, H5, H6, H7 y H8 corresponden a las hipótesis planteadas en la tabla 3-2; las variables e1, e2, e3, e4, e5, e6, e7 y e8 son las varianzas de error y ACH (adopción Cloud Hipotética), acuñada por el autor de esta investigación, es la variable latente para la decisión de migrar servicios a la nube por parte de una Pyme.

Adicionalmente y con el fin de comprobar el ajuste del modelo propuesto, se tomaron en cuenta varios índices descriptivos de la bondad del ajuste que arrojó la herramienta AMOS los cuales se muestran en la tabla 3-3.

**Tabla 3-3:** Índices de bondad de ajuste del modelo.

Medida del ajuste	Valor	Umbral (Lara, 2014)	Calidad del ajuste
NFI	0.783	>0.9	Ajuste puede mejorar
TLI	0.965	>0.9	Buen ajuste
CFI	0.975	>0.9	Muy buen ajuste
GFI	0.909	Cercano a 1	Buen ajuste
RMSEA	0.044	<0.05	Buen ajuste

Los resultados obtenidos sugieren un buen ajuste del modelo ya que varios de los indicadores se encuentran en los rangos recomendados por la literatura (Lara, 2014). Por ejemplo, el estadístico GFI sobrepasa el límite del valor mínimo esperado que es de 0.9; a su vez, el valor estadístico RMSEA cumple con las expectativas de un buen modelo ya que es inferior a 0,05 que es considerado como el valor máximo esperado para este índice. Por lo tanto, el método de estimación utilizado logra un buen ajuste del modelo.

## 4. Análisis de resultados

Los resultados del análisis de la Etapa 2 revelan que las 8 variables identificadas en el modelo de investigación (ver Figura 3-2) influyen significativamente en la toma de decisiones para la migración a la nube.

El factor de ventajas relativas se respalda como una influencia positiva en la decisión de migrar los recursos existentes a la nube. Tiene un coeficiente significativo al 10% ( $p < 0.1$ ) y positivo de 0.344 cuando se considera migrar a la nube. Dentro de esta variable, el factor alta disponibilidad fue calificado como el más alto (4.60) seguido de la agilidad y flexibilidad (4.38), reducción de costos (4.26), las ventajas de un respaldo de data segura (4.15) y Liberar carga de los administradores (4.09) como se muestra en la Tabla 4-1. Este hallazgo confirma los resultados encontrados en estudios previos que identificaron las ventajas percibidas como el factor más influyente para la adopción de servicios en la (véase, por ejemplo: Hsu et al., 2014; Gangwar et al., 2015; Alshamaila et al., 2013). La realización de las ventajas relativas muestra que las organizaciones perciben el entorno de la nube como una plataforma para racionalizar el gasto y mejorar la eficiencia reduciendo los gastos de capital y haciendo sus gastos operativos más predecibles. Las Pymes deben revisar las ofertas en la nube y percatarse de cómo se pueden aprovechar las ventajas de las disposiciones en la nube para mejorar sus resultados del negocio. Esto puede conducir a mejoras en el servicio al cliente y la gestión de costos, así como a en la estabilidad de la operación.

La complejidad del factor de entorno de la nube se confirma en la Etapa 2 como una influencia negativa para la decisión de migrar a la nube, con un coeficiente de -0.431, lo cual difiere de lo sugerido en estudios como los de Low et al., 2011 y Borgman et al., 2013 acerca de que el entorno de la nube no se percibe como complejo. Dentro de esta variable, las Pymes perciben que es inevitable encontrar costos ocultos luego de contratar apresuradamente servicios en la nube, con una calificación promedio de 3.77. Esto es

seguido por el factor de volumen de datos a migrar con una calificación promedio de 3.70, la complejidad de los costos de administración (3.47) y dificultad en la administración de

**Tabla 4-1:** Estadística descriptiva.

Variable	Media	Desv. Estándar
INV1-1 Reducción de costos	4,26	0,50
INV1-2 Agilidad	4,38	0,50
INV1-3 Flexibilidad	4,38	0,46
INV1-4 Copia segura	4,15	0,83
INV1-5 Liberar carga de administradores	4,09	1,12
INV1-6 Alta disponibilidad de servicios	4,60	0,33
<b>INV1 promedio</b>	<b>4,31</b>	<b>0,62</b>
INV2-1 Costos adicionales	3,47	0,65
INV2-2 Costos ocultos	3,77	1,05
INV2-3 Gran volumen de datos	3,70	1,08
INV2-4 Modelo de servicios en la nube "Adminístrelo usted mismo"		
<b>INV2 Promedio</b>	<b>3,65</b>	<b>0,93</b>
INV3-1 Seguridad en la nube	3,89	1,18
INV3-2 Continuidad del negocio	3,96	1,39
INV3-3 Confidencialidad de los datos	4,19	1,29
INV3-4 Política de seguridad de la información	3,79	1,13
<b>INV3 Promedio</b>	<b>3,96</b>	<b>1,25</b>
TEC1-1 Incompatibilidad entre infraestructura en premisas y la nube	4,13	0,55
TEC1-2 Sistemas legados sin soporte en la nube	3,98	1,06
TEC1-3 Impacto en la cultura de la organización	3,83	1,19
<b>TEC1 Promedio</b>	<b>3,98</b>	<b>0,93</b>
<b>ORG1-1 Nivel de experiencia del personal de TI en servicios en la nube</b>	<b>3,60</b>	<b>1,17</b>
<b>ORG2 Apoyo Alta Dirección</b>	<b>3,70</b>	<b>1,08</b>
<b>ENV1 Elección del proveedor de nube</b>	<b>3,53</b>	<b>1,12</b>
<b>ENV2 Implicaciones legales</b>	<b>3,72</b>	<b>1,20</b>

servicios (3.32). La computación en la nube es un modelo disruptivo de aprovisionamiento de servicios de TI, por lo que se percibe como un entorno complejo. La complejidad puede mitigarse aprovechando las instancias de prueba en la nube que pueden permitir a las Pymes estar más familiarizadas con el nuevo entorno. Además, la nube aún se encuentra en una fase de crecimiento y se espera que su complejidad y riesgos se reduzcan.

Se encontró también que la percepción de migrar a la nube es un factor de riesgo que afecta negativamente las decisiones de las compañías de migrar a la nube. Este factor

obtuvo un coeficiente de -0.789. Dentro de esta categoría, la privacidad y la confidencialidad obtuvieron el puntaje más alto con una tasa promedio de 4.19 seguido de las preocupaciones de perder el control de la continuidad del negocio con una calificación de 3.96, las preocupaciones de cómo implementar de forma segura servicios en la nube obtuvieron una calificación promedio de 3.89 y la falta de una política de seguridad de la información al interior de la pyme que se extienda al entorno de la nube (3.79). Este resultado corrobora estudios similares que se llevaron a cabo al comienzo de la adopción de la nube, como Sahandi et al., 2013 y Low et al., 2011. Por lo tanto, la seguridad, el miedo a perder el control y la privacidad de los datos todavía son percibidos por muchos como factores que disuaden la migración.

Dentro del contexto tecnológico, se confirma que el factor de compatibilidad influye negativamente en la decisión de migrar con un coeficiente de -0.719. Dentro de esta variable, el impacto en la cultura y el personal de la Pyme obtuvo una calificación promedio de 3.83, problemas de incompatibilidad entre la infraestructura en premisas y la nube tuvo un 4.13, y sistemas legados sin soporte en la nube 3.98. Para gestionar el impacto en el personal, las pymes deben analizar el cambio anticipado al nivel de competencias, roles y experiencia durante la fase de diseño, antes de comenzar el proceso de migración de servicios existentes a la nube.

Con respecto al contexto organizacional los factores, preparación de la Pyme y apoyo de la alta dirección tienen efectos significativos, con coeficientes de -0.745 y 0.476 respectivamente. Este resultado muestra que las Pymes que tienen niveles más altos de preparación requieren menos adaptación, si cuentan con el apoyo de la alta gerencia es más probable que migren sus recursos y servicios a la nube. Preparación y apoyo de la alta dirección obtuvieron una calificación promedio de 3.87 y 3.70 entre los participantes de la etapa 2.

En el contexto del entorno, ambas variables tienen un efecto significativo, en particular el factor de regulación, con un coeficiente de -0.483 que es el factor de mayor influencia. El factor de diversidad de proveedores y servicios en la nube arrojó un coeficiente de -0.378. Muchas organizaciones cumplen con las auditorías en la administración interna de sus sistemas, pero al adoptar servicios en la nube, parte de la administración de sus servicios

se puede trasladar al proveedor de servicios en la nube. En este escenario, las organizaciones necesitan saber cómo continuar su cumplimiento con los reguladores, lo que podría ser un desafío. Las organizaciones deben revisar los términos y condiciones generales que los proveedores generalmente incluyen en los ANS y deben revisar los contratos estándar de los proveedores, para ver si sus términos básicos son suficientes para sus requisitos de cumplimiento organizacional y para garantizar el cumplimiento de los proveedores de servicios con sus reguladores.

Para mejorar la confianza en los servicios en la nube, los proveedores deben garantizar la privacidad y la confidencialidad de los datos de sus clientes. Además, cumplir con las normas relevantes ayudaría a reducir los riesgos de la dependencia del proveedor. Este problema se debe en parte a la falta de estandarización en la computación en la nube, que también fue indicada por los participantes como un problema que contribuyó a la complejidad de la computación en la nube. Para ayudar a las Pymes a decidir si migrar a la nube, es necesario informarles sobre la seguridad general y el modelo de responsabilidad compartida. El proveedor debe pasar luego a los aspectos de rendimiento al proporcionar información sobre las oportunidades y opciones que cumplirán los requisitos del cliente. Los responsables de la toma de decisiones pueden no estar interesados en los detalles técnicos, pero es importante que vean el beneficio sobre el negocio. Estos elementos de información permitirán a las empresas generar confianza en la gestión del servicio en la nube. En base a esta información, debería ser posible asesorar a las pymes sobre qué solución en la nube les resultaría más adecuada. Por lo tanto, los proveedores deben garantizar la privacidad y confidencialidad de los datos de sus clientes, emplear modelos integrales de costos, además de cumplir con los estándares relevantes para reducir los riesgos de la dependencia de los proveedores. Esto podría remediar el alto nivel de percepción de la migración a la nube como una decisión arriesgada.

En la Tabla 4-2 se muestran los resultados de las pruebas de hipótesis de la investigación.

**Tabla 4-2:** Pruebas de hipótesis.

No	Hipótesis	Coefficiente	Resultado
<b>H1 (+)</b>	Las Pymes que perciben importantes ventajas relativas en la nube tienen más probabilidades de migrar sus recursos TI a ella.	0.344	Significativo al 10% ( $p < 0.1$ )
<b>H2 (-)</b>	Percibir que la nube involucra el manejo de tecnologías complejas afectará negativamente la decisión de migrar.	-0.431	Significativo al 10% ( $p < 0.1$ )

---

<b>H3 (-)</b>	La alta percepción de los riesgos tendrá una influencia negativa en la decisión de migrar.	-0.789	Significativo al 5% (p<0.05)
<b>H4 (-)</b>	La percepción de que la nube es menos compatible con los sistemas existentes afectará negativamente la decisión de migrar.	-0.719	Significativo al 5% (p<0.05)
<b>H5 (-)</b>	La falta de preparación de las Pymes influirá negativamente en la decisión de migrar sus recursos TI a la nube.	-0.745	Significativo al 5% (p<0.05)
<b>H6 (+)</b>	El apoyo de la alta dirección está relacionado positivamente con la decisión de migrar.	0.476	Significativo al 5% (p<0.05)
<b>H7 (-)</b>	El proceso de selección de un proveedor de la nube es difícil, lo que influye negativamente en la decisión de migrar.	-0.483	Significativo al 5% (p<0.05)
<b>H8 (-)</b>	Las preocupaciones sobre las implicaciones legales están negativamente relacionadas con la decisión de migrar.	-0.378	Significativo al 5% (p<0.05)

---

## **5. Esquema sugerido de adopción de servicios en la nube para Pymes**

De acuerdo con las 8 variables identificadas y analizadas bajo el modelo de investigación TOE+DOI y tomando como base las seis fases del modelo de proceso de toma de decisiones de migración a la nube de (Alkhalil et al., 2014), se sugiere el siguiente esquema de adopción de servicios en la nube para las Pymes:

### **5.1 Fase de inteligencia (Estrategia corporativa – Entorno de la nube)**

El esquema comienza con la fase de inteligencia en donde las Pymes identifican su punto de partida (situación actual) lo cual implica la identificación de problemas (u oportunidades) tales como limitaciones de escalabilidad, falta de agilidad en el despliegue de nuevos servicios, gastos de mantenimiento de equipos y servicios públicos, etc. Para ello necesitan examinar el entorno interno y externo del sector industrial al que pertenecen con el fin de adoptar una estrategia que cumpla con sus requisitos y les permita obtener una ventaja competitiva.

El paso a seguir es la recopilación de información sobre el entorno de la nube (fundamentos, características, capacidades) las Pymes desarrollen una conciencia del entorno de la nube y sus capacidades, regulaciones, potenciales y amenazas, antes de tomar una decisión. En este paso se deben validar el catálogo de servicios de cada proveedor de nube, modelo de precios, modelo de responsabilidad compartida y políticas de seguridad, monitoreo de servicios, cumplimiento de las regulaciones vigentes, Acuerdo de niveles de servicios (ANS) y esquema de soporte al cliente. Con el fin de suministrar un insumo que apoye la validación del entorno de la nube por parte de las Pymes, en el anexo 1 se caracterizaron las fortalezas y debilidades de los tres proveedores líderes de servicios

en la nube pública a nivel mundial (AWS, Microsoft Azure, Google Cloud) identificando los casos de uso para los cuales son idóneos, las diferencias y semejanzas en sus modelos de precios llegando a comparar el valor de servicios IaaS con un proveedor nacional.

Posteriormente las Pymes deberían identificar y seleccionar el enfoque estratégico de adopción de nube (línea base de la estrategia). Por ejemplo, identificar las ventajas de un enfoque multi-nube versus un enfoque de nube híbrida y seleccionar el que les brinde mejor competitividad en el mercado; a la vez determinar si optan por servicios SaaS (páginas web, e-mail marketing, office 365, Google suite) o servicios IaaS. En este punto la Pyme debe tener en cuenta que si requiere alguna intervención humana que implique la aplicación de conocimiento especializado por parte del proveedor para aprovisionar un servicio en la nube, este será considerado como un servicio técnico los cuales están sujetos a un impuesto de retención del 15%.

Por último, deben establecer una visión clara sobre el plan y ruta de ejecución de iniciativas para la adopción de nube (Mapa de ruta).

## **5.2 Fase de diseño (Perfilamiento de aplicaciones – evaluación de riesgos)**

La fase de diseño simplifica la "realidad" de una organización e identifica las relaciones entre variables, además de establecer los criterios para evaluar cursos de acción alternativos. El propósito de esta fase es ayudar a la determinación de un mecanismo de decisión para abordar la migración de aplicaciones a la nube (perfilamiento de aplicaciones). Esto implica la identificación de los servicios o aplicaciones del negocio que son adecuados para ser migrados a la nube. Lo anterior involucra realizar un caso de negocio para cada servicio evaluando los requisitos de dicho servicio o aplicación, integración con la nube, el volumen de datos, la criticidad para el negocio y el cálculo del Retorno de la Inversión. Adicionalmente es fundamental realizar una evaluación de riesgos para cada servicio seleccionado, incluidos los riesgos para la Pyme (pérdida de control, confiabilidad, administración de la relación con diferentes proveedores de la nube, interrupción de las operaciones y monitoreo de los servicios), las implicaciones legales (derechos de propiedad intelectual, cumplimiento con las regulaciones, licencias de software y falta de estandarización), las amenazas de seguridad y sus consecuencias (se

aumenta el vector de ataque al aumentar el tamaño del centro de datos). Estas tareas le dan una idea a la Pyme si los requisitos y las características de los servicios o aplicaciones empresariales pueda ser soportados por el entorno de la nube y financieramente viables.

Por otro lado, la Pyme de establecer con claridad un modelo de gestión que incluye el gobierno, gestión y operación futura luego del proceso de adopción de nube. Los diferentes proveedores de nube publican documentación al respecto con marcos de referencia de adopción que pueden tomarse como base para definir el modelo de gestión de la organización.

### **5.3 Fase de elección (Elección proveedor – Implementación)**

La fase de elección es seleccionar el curso de acción alternativo más apropiado según los criterios identificados en la fase de diseño. Después de identificar un servicio adecuado para la migración, el siguiente paso es evaluar a los proveedores de la nube para seleccionar los proveedores adecuados. Esto significa que la Pyme debe contar con un marco de referencia de contratación que le permita tener claridad sobre la estrategia de selección y contratación de los proveedores de servicios de nube. De acuerdo con (Alkhalil et al., 2014), la clasificación y evaluación de proveedores de la nube se puede llevar a cabo teniendo en cuenta seis puntos principales los cuales fueron adoptados del modelo SMICloud<sup>7</sup>: 1) Responsabilidad y cumplimiento (responsabilidad de las exposiciones de seguridad y el cumplimiento que incluye una medición de la capacidad de auditoría, el cumplimiento, la propiedad de los datos, la ética del proveedor y la sostenibilidad); 2) agilidad (servicios elásticos, licencias portátiles, adaptables, integrables y flexibles); 3) aseguramiento (especificación de los Acuerdo de Nivel de Servicio (ANS); 4) Costo (se recomienda calcular para cada de negocio en particular debido a la dinámica de costos y los servicios ofrecidos en la nube); 5) rendimiento (comportamiento de los servicios en términos de funcionalidad, tiempo de respuesta y precisión); y 6) seguridad y privacidad

---

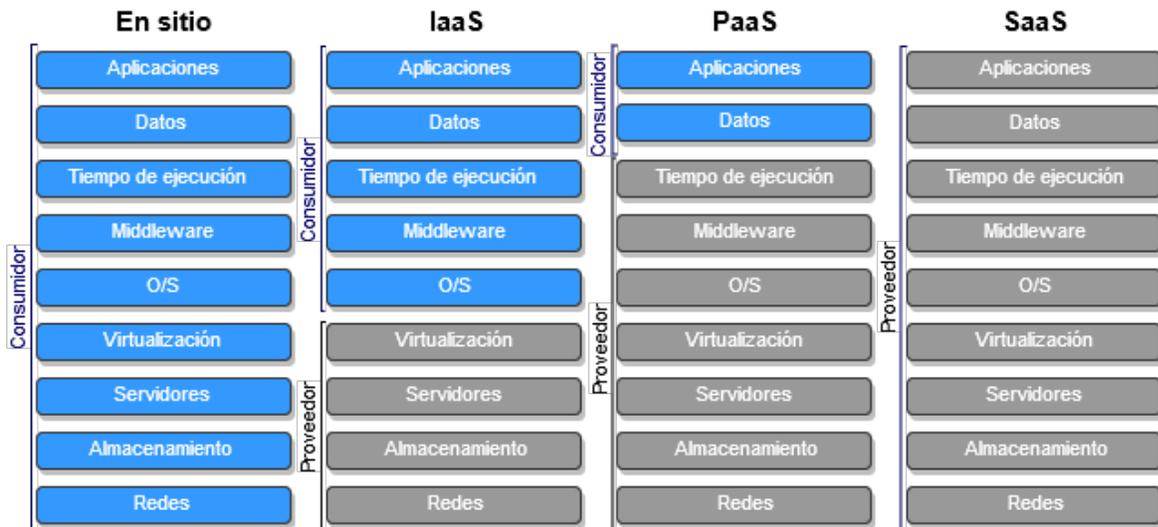
<sup>7</sup> Cloud Service Measurement Index Consortium (CSMIC), SMI framework.  
URL:<http://beta-www.cloudcommons.com/servicemeasurementindex>.

(políticas de protección de la confidencialidad de la información, la integridad de los datos y la disponibilidad).

Finalmente, luego de la elección del proveedor para cada caso de negocio, se ejecuta la implementación la cual incluye las tareas de capacitación al personal de la organización sobre cómo funciona el nuevo servicio o el servicio migrado a la nube, la comunicación de la información de dicho servicio a todas los interesados y posteriormente la documentación y ajuste de procesos.

## 5.4 Enfoque tecnologico de los modelos de entrega de servicios cloud para pymes

Los modelos de entrega de servicios en la nube en general definen qué deben gestionar los proveedores y hasta qué punto deben gestionar los consumidores de dichos servicios tal como se observa en la figura 5-1.



**Figura 5-1** Separación de responsabilidades entre proveedor y consumidor de servicios en la nube.

La categoría más básica de servicios en la nube es la Infraestructura como Servicio (IaaS) en la cual la empresa puede alquilar servidores y máquinas virtuales, almacenamiento, redes y seguridad, sistemas operativos al proveedor de nube. IaaS soporta web hosting, respaldo y recuperación de información, aplicaciones web, análisis Big data.

Por su parte la Plataforma como Servicio (PaaS) incluye infraestructura de servidores, almacenamiento, red y seguridad, pero también la capa de middleware, herramientas de desarrollo, inteligencia de negocio, sistemas de gestión de bases de datos; PaaS está diseñado para soportar todo el ciclo de vida de una aplicación: desarrollo, pruebas, despliegue, mantenimiento y actualizaciones.

Software como Servicio es considerado un método de entrega de aplicaciones en Internet bajo demanda al usuario final al cual el proveedor le cobra por una suscripción básica. Aquí el proveedor de nube hostea, administra y realiza mantenimiento a las aplicaciones y la infraestructura que las soporta.

Cada uno de estos modelos de entrega de servicios en la nube convella una serie de desafíos para la Pyme los cuales fueron encapsulados dentro de los factores determinantes para la adopción hallados aplicando el modelo de decisión propuesto en esta investigación. A nivel tecnologico se encontró que las pymes se encuentran con barreras tales como problemas de compatibilidad e interoperabilidad de la infraestructura TI existente con los servicios en la nube, dificultades en la migración de grandes volúmenes de datos, así como la falta de portabilidad de servicios y dependencia de un proveedor.

Los clientes de la nube pueden tener que pagar por: transferencias de datos dentro y fuera, almacenamiento de datos en la nube en un gigabyte por mes, soporte y disponibilidad adicional. Por lo tanto, la combinación de los cargos mensuales se convierte en un costo considerable. De igual forma, moverse a la nube implica cambiar la infraestructura en sitio, en otras palabras, una pyme necesitará contratar un canal dedicado de internet el cual el más costoso que un canal ADSL, requerirá adquirir un equipo o equipos de seguridad perimetral y un enrutador de borde; ambos tipos de dispositivos tienen un costo significativo que impactará las finanzas de la pyme.

No obstante, las nuevas tecnologías de la inteligencia de red permiten a los proveedores ofrecer servicios de red dinámicos que se adaptan según las necesidades cotidianas de las PyMEs. En este enfoque tecnologico los proveedores de servicios de red y servicios en la nube deben coexistir, compartiendo la rentabilidad del negocio, para brindar un canal directo de conexión a la nube para las Pymes. Dado que actualmente el catalogo de servicios en la nube cada vez mas especializado por sector, las redes ahora son dinámicas para responder a las necesidades de las Pymes (Ethernet, MPLS, IP VPN, Internet dedicado, NaaS, etc) ofreciendo calidad de servicio, tráfico seguro y acuerdos de niveles

de servicio. Los distribuidores de servicios en la nube (pivotes) aceleran la entrega y el número de servicios disponibles en la nube y los proveedores de soluciones de software complementario reducen la brecha de incompatibilidad o interoperabilidad de la infraestructura a migrar con los servicios en la nube (ver figura 5-2)

PyMEs				Ubicación local
Proveedor de servicios de red				SaaS (internet), PaaS/IaaS (canal dedicado)
Seguridad				Tráfico seguro (VPN)
Distribuidor (Broker)				Nube1, Nube2, Nube3 (local o internacional)
Seguridad				Tráfico seguro (VPN)
Soluciones de Software complementarios				Ej: Antivirus, Proxy, Firewall, Monitoreo
Nube 1	Nube 2	Nube 3	Nube 4	IaaS, PaaS, SaaS

**Figura 5-2** Modelo dinámico de conectividad hacia servicios en la nube para una Pyme. (Elaboración propia)

Dado que los servicios SaaS funcionan en línea, se requiere una conexión a Internet segura y estable para trabajar de forma óptima, por lo que es esencial que la Pyme invierta en un canal de Internet dedicado, preferiblemente a través de una red MPLS, que le garantice que no se ralenticen los tiempos de carga en la herramienta y por consiguiente evitar que se desencadenen pérdidas económicas para el negocio. No obstante, existen servicios que operan bajo el modo offline que permiten trabajar sin conexión a Internet y que sincronizan los datos tan pronto se reestablezca la conexión a la red.

Para el consumo de servicios IaaS o PaaS las Pymes debe considerar que para lograr una conexión óptima con el grupo de recursos contratados con el proveedor en la nube o con varios proveedores en un esquema multi-nube, la conexión por internet tradicional no es la mejor opción a nivel de costos, rendimiento de aplicaciones críticas para el negocio y disponibilidad. Las arquitecturas de referencia para interconexión a la nube, las cuales también fueron consultadas con algunos de los expertos entrevistados en la etapa 1, contemplan estos aspectos y sugieren que se establezcan conexiones hacia Puntos de Presencia locales (POP, por sus siglas en inglés) de un proveedor que tenga la capacidad de transportar y multiplexar el tráfico hacia las diferentes nubes públicas donde la Pyme tenga servicios IaaS; con esto se codifica un esquema más eficiente en términos económicos y calidad de servicio ya que se contrata un solo proveedor como pivote para conectarse hacia una o más nubes a través de un canal dedicado que ofrecen tiempos de respuesta acordes a los requisitos de operación de las aplicaciones; de hecho, existen

proveedores que garantizan latencia por contrato. Adicionalmente estos proveedores que hemos denominado pivotes, empaquetan este tipo de soluciones de conectividad a la nube con tecnologías SDN (Software Defined Networks) para ofrecer Networking como servicio (NaaS ó Network as a Service) el cual incluye la orquestación centralizada, visibilidad, monitoreo y análisis de la infraestructura, enlaces y tráfico en la red lo cual permite entre otras cosas, la agregación de enlaces ADSL y LTE para lograr la misma calidad de servicio que brinda un internet dedicado pero con una capacidad igual o mayor y a un costo mucho más asequible para la Pyme.

En cuanto al factor de diversidad de proveedores y servicios en la nube, en la tabla 5-1 se listan una liena base de necesidades identificadas de las Pymes y las opciones a nivel de servicios que ofrece la nube de los proveedores nacionales.

**Tabla 5-1: Servicios y proveedores en la nube para necesidades Pymes.**

<b>Necesidad</b>	<b>Servicio</b>	<b>Tipo de Servicios en la nube</b>	<b>Proveedores nacionales</b>
<b>Servidores, Bases de Datos, Almacenamiento, Backups, Análisis de Datos, Servicios Profesionales.</b>	Proveedor Nube Azure	IaaS.	Claro
<b>Suite de herramientas de productividad de Microsoft.</b>	Office 365	SaaS	Tigo-UNE, IFX, Claro
<b>Suite de herramientas de productividad de Google.</b>	G-suite	SaaS	Claro, Avanzo
<b>Problemas de capacidad en servidor de correo</b>	Correo	- <b>IaaS:</b> Servidor (es) virtual (es) para aplicación de correo.  - <b>SaaS:</b> Migración a Office 365 o Google Apps.	Tigo-UNE, Claro, IFX
<b>Se requiere sitio web para atención de clientes.</b>	CRM (Customer Relationship Management)	- <b>IaaS:</b> Servidor(es) virtual (es) para CRM.  <b>SaaS:</b> Contratar servicio Salesforce u Oracle CRM por demanda.	Tigo-UNE, Claro, IFX Avanzo
<b>administración de operaciones de compra y venta como: cotizaciones, facturas</b>	Gestor de ventas y facturación	SaaS	Claro, Avanzo

electrónicas, reportes de cuentas por cobrar, etc.				
<b>Creación y diseño simple de página web (dominio propio, ventas en línea)</b>	Presencia web	SaaS	Claro	
<b>Integración nube pública con centro de datos local</b>	Software o aplicaciones legadas.	<b>- Software Microsoft:</b> SaaS Azure (Windows Server, Office, SQL Server, Sharepoint, Dynamics Active Directory, .Net).  <b>- Software libre:</b> servidores virtuales IaaS.	Claro,	
<b>Telefonía, videoconferencias, mensajería, contact center.</b>	Comunicaciones unificadas	<b>- SaaS:</b> office 365 (teams, skype for business), G-suite (Hangout).	Tigo-UNE, Claro, IFX	
<b>Aplicaciones e información personalizada con acceso desde cualquier lugar y dispositivo y con altos niveles de seguridad</b>	Movilidad	<b>- SaaS:</b> Escritorios virtuales.	Tigo-UNE	
<b>Copia periódica de información, segura y acceso desde cualquier dispositivo</b>	Respaldo/recuperación de información	SaaS, IaaS.	Tigo-UNE, Claro	
<b>Administración segura y centralizada de la red inalámbrica desde la nube</b>	WiFi	<b>- SaaS:</b> WiFi en la nube	Tigo-UNE	
<b>Gestión integral de procesos productivos, logísticos y financieros</b>	ERP	SaaS: Oasiscom, PSL, Oracle Cloud ERP, Dynamics 365, SAP para Pymes.	Oasiscom, Oracle Colombia, PSL.	
<b>Servicios como firewall, VPN, filtrado de contenido, Proxy, Antispam, IPS, WAF, entre otros.</b>	Seguridad centralizada	SaaS	Tigo-UNE, Claro,	
<b>planificación, manejo y organización de la documentación</b>	Gestión documental	SaaS	Tigo-UNE,	
<b>Envío de correos comerciales masivos</b>	Comunicación digital	SaaS	Tigo-UNE, Avanzo	

## **6. Conclusiones y recomendaciones**

En este capítulo se presentan conclusiones específicas conclusiones para la academia y conclusiones para los empresarios Pymes.

Finalmente se entregan algunas recomendaciones y pasos a seguir a los involucrados en la toma de decisiones de migrar a la nube de las Pymes Bogotanas, así como a proveedores de nube nacionales y entes gubernamentales.

### **6.1 Conclusiones Generales**

El análisis en este documento muestra que la computación en la nube es percibida por muchos como una valiosa oportunidad para los beneficios del negocio, tales como la reducción de costos, agilidad, copias de seguridad y un mayor rendimiento del negocio. Sin embargo, identificó una serie de factores que aumentaron la complejidad de las decisiones de migrar. Destacó cómo las empresas perciben el nivel de complejidad del entorno de la nube y la experiencia requerida para diseñar y administrar servicios allí. En particular, se resaltó la falta de conocimiento sobre el entorno de la nube y se identificó la falta de experiencia dentro de las pymes para el diseño y la gestión de servicios en la nube. Además, los resultados confirman que la computación en la nube todavía aún está evolucionando. También mostró que los beneficios financieros de los servicios en la nube varían y que el costo es la principal razón para que una empresa se aleje de la nube. Además, este estudio apoyó la opinión de que, desde la aparición de la computación en la nube, la seguridad ha sido el principal problema percibido por muchas organizaciones.

La computación en la nube ha creado más desafíos para los administradores de TI, porque en la nube las funciones de administración de TI deben cambiar a la implementación de la tecnología. La transformación requiere habilidades prácticas y una comprensión de cómo implementar de forma segura servicios en la nube.

La revisión de algunos enfoques internacionales para la migración a la nube muestra que el nivel de apoyo ofrecido por los Sistemas de Soporte a la Decisión (SSD) de dichos enfoques no es suficiente para permitir que los responsables de la toma de decisiones de las empresas lo hagan de una manera informada. En otras palabras, los SSD se centran en apoyar la migración solo en el nivel de elección para seleccionar proveedores y no facilitan la evaluación de los entornos de nube actuales ni los modelos de negocio correspondientes. Si bien la evaluación de los proveedores y su selección apropiada son fundamentales, tomar una decisión informada para migrar requiere el análisis de una amplia gama de factores en las primeras etapas de un proceso de decisión. Las empresas deben desarrollar una buena conciencia del entorno de la nube y sus capacidades, regulaciones, potenciales y amenazas, antes de tomar una decisión. Casi ninguno de los trabajos revisados hasta el momento había considerado "el nivel de inteligencia" y solo unos pocos prestaron atención al "nivel de diseño" para la toma de decisiones al considerar la necesidad de adaptaciones de servicios para habilitarlos en la nube.

## **6.2 Conclusiones para la academia**

Esta investigación se centró en la decisión de una Pyme de migrar sus recursos TI existentes a la nube. Se exploraron empíricamente los factores que influyen en la decisión de migrar mediante el diseño de un modelo basado en los marcos TOE y DOI. Los resultados de esta investigación amplían el conocimiento colectivo sobre la complejidad de los problemas que deben tenerse en cuenta al tomar decisiones para migrar a la nube en empresas pequeñas y medianas. A través del planteamiento y pruebas de hipótesis se identificaron ocho factores determinantes, estadísticamente significativos, que influyen en la complejidad de las decisiones de migración (ver Tabla 4-2) los cuales son similares a los que se han identificado en estudios previos que se llevaron a cabo en una etapa temprana de la evolución de la computación en la nube. Este documento confirma que esos factores todavía se perciben como disuasivos para la migración y que aplican para las empresas sujetas de este estudio (Pymes de la ciudad de Bogotá). Ellos son: Ventajas relativas, complejidad, Riesgos, compatibilidad, preparación, apoyo de la alta dirección, elección del proveedor y las implicaciones legales. Sin embargo, hay que destacar que los hallazgos en esta investigación se centraron en la migración de sistemas legados a

diferencia de estudios similares que exploraron los factores que afectan la adopción de servicios en la nube.

Los factores ventajas relativas y apoyo de la alta dirección se respaldan como una influencia positiva (habilitadores) en la decisión de migrar los recursos existentes a la nube por parte de una Pyme; el ejercicio de la etapa dos mostró que en promedio el 86,2% y 72% de lo encuestados coincidieron con el resultado del modelo para este par de factores respectivamente.

Por otra parte, la complejidad del entorno de la nube, los riesgos, los problemas de compatibilidad, la preparación de la Pyme, la regulación y la diversidad de proveedores y servicios en la nube se confirmaron como factores con influencia negativa (barreras) sobre la decisión migrar los recursos existentes a la nube por parte de una Pyme.

### **6.3 Conclusiones para empresarios Pymes**

- ❖ Para la adopción de servicios en la nube, las Pymes deben identificar su punto de partida (situación actual), luego Identificar y seleccionar el enfoque estratégico de adopción de nube (línea base de la estrategia), contar con un mecanismo de decisión para abordar la migración de aplicaciones a la nube (perfilamiento de aplicaciones), tener claridad sobre el gobierno, gestión y operación futura luego del proceso de adopción de nube (modelo de gestión), tener claridad sobre la estrategia de selección y contratación de los proveedores de servicios de nube (Marco de referencia de contratación), tener claridad de los beneficios asociados a la estrategia seleccionada para adopción de nube del grupo (caso de negocio) y tener la visión clara sobre el plan y ruta de ejecución de iniciativas para la adopción de nube (Mapa de ruta).
  
- ❖ Las Pymes deben revisar las ofertas en la nube y percatarse de cómo se pueden aprovechar las ventajas de las disposiciones en la nube para mejorar sus resultados del negocio. Esto puede conducir a mejoras en el servicio al cliente y la gestión de costos, así como a en la estabilidad de la operación.

- 
- ❖ Lo esencial es tener presente en todo momento que, dependiendo del contexto de la empresa, migrar a la nube puede entregar más riesgos que soluciones. Por eso es de vital importancia que las empresas lleven a cabo un análisis de riesgos de operar en la nube de igual forma que se hace al operar de manera tradicional.
  - ❖ El desarrollo de una cultura de externalización o tercerización en la Pyme es un factor principal para la migración a la nube ya que la alta dirección debe contar con la confianza suficiente de tercerizar su infraestructura con un proveedor.
  - ❖ La simplicidad de la suscripción de nuevos contratos de servicios basados en la nube puede generar problemas de niveles de servicios. Los Acuerdos de Nivel de Servicio (ANS) son elementos clave que se deben especificar en los contratos de prestación de servicios en la nube para garantizar el correcto manejo de los datos, y así mismo requisitos especiales de seguridad, capacidad, continuidad, disponibilidad, confidencialidad e integridad del servicio, incluyendo exigencias en la gestión y monitoreo del servicio, además el proveedor de servicios debe entregar a sus clientes reportes de la prestación y operación del servicio en los cuales pueda relacionar los ANS incluidos en el contrato. Las pymes deben revisar los términos y condiciones generales que los proveedores generalmente incluyen en los ANS.
  - ❖ Dentro de su evaluación de riesgos de cada servicio candidato a migrar a la nube, las Pymes deben considerar la regulación vigente emitida en los conceptos de entidades como la Superfinanciera y la Superintendencia de industria y Comercio sobre la falta de control e información sobre el tratamiento de los datos y las condiciones en las que se presta el servicio por el desconocimiento de la existencia de cadenas de sub-encargados y las zonas geográficas donde se tratan los datos, que pueden determinar la ley aplicable de manera adversa al cliente final o no tener un nivel adecuado de protección de datos personales.
  - ❖ Dentro del análisis de costos del servicio candidato a migrar a la nube, la Pyme debe considerar que si para el aprovisionamiento de dicho servicio requiere alguna intervención humana que implique la aplicación de conocimiento especializado por

parte del proveedor, este será considerado como un servicio técnico los cuales están sujetos a un impuesto de retención del 15%.

- ❖ Las Pymes que tienen niveles más altos de preparación requieren menos adaptación, si cuentan con el apoyo de la alta gerencia es más probable que migren sus recursos y servicios a la nube.
- ❖ Las empresas pueden encontrar modelos basados en la nube, posiblemente de todo, desde aplicaciones de propósito general como el correo electrónico y las herramientas de colaboración, software de administración de ventas y contabilidad, servicios contenerizados y hasta servicios denominados “serverless” que potencializan la labor del desarrollador dado que el código corre en ambientes de ejecución propios de la administración del proveedor. Este rápido aumento abre nuevas oportunidades para el diseño de nuevas aplicaciones y arquitecturas empresariales, nuevos niveles de calidad y capacidades. Aumenta la dificultad de elegir un proveedor y un servicio y hace que la adaptación en tiempo de ejecución y el reemplazo de servicios sea todo un desafío.
- ❖ Un proveedor local o un canal de venta, genera una sensación de cercanía al brindar una asesoría después de la compra del producto y en idioma nativo, además de entregar una factura en moneda local por una empresa registrada en el país y no una factura electrónica en dólares que dificulte el registro en los libros de contabilidad como pasa con el proveedor internacional. Dado que la mayoría de las pymes del país no son de base tecnológica, el soporte de la nube local es primordial, así como la opción de conseguir un consultor que los asesore para migrar sus recursos a la nube ya que es difícil que lo logren hacer solos y les quede bien al no contar con personal calificado y la experiencia necesaria.

## 6.4 Recomendaciones

Teniendo en cuenta el entorno complejo de la nube al que se enfrentan las Pymes el cual fue caracterizado en los resultados y discusión del apartado número 4, y con el fin de suministrar un insumo que apoye la elección de las Pymes, en el anexo 1 se caracterizaron

las fortalezas y debilidades de los tres proveedores líderes de servicios en la nube pública a nivel mundial (AWS, Microsoft Azure, Google Cloud) identificando los casos de uso para los cuales son idóneos, las diferencias y semejanzas en sus modelos de precios llegando a comparar el valor de servicios IaaS con un proveedor nacional.

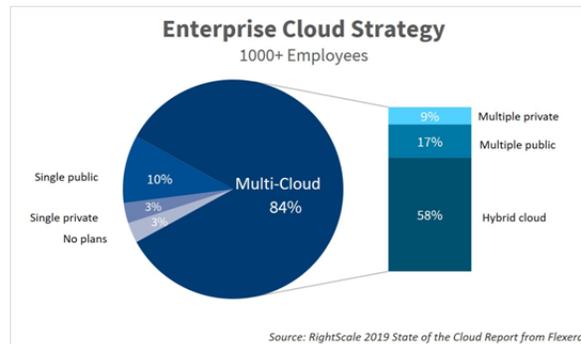
Las recomendaciones derivadas para los diferentes actores del mercado de la nube a nivel nacional fueron las siguientes:

#### **6.4.1 Recomendaciones para Pymes**

- Usar software o servicios que ayuden con la optimización y administración de costos en la nube. Estas herramientas y servicios costarán un poco de dinero por adelantado, pero a menudo ahorran dinero a la vez que simplifican la tarea de dar sentido a los precios complicados de la nube.
- Algunas Pymes se sentirán más atraídas por ciertos proveedores de la nube. Entonces, si una Pyme ejecuta Windows y una gran cantidad de software de Microsoft, debería enfocarse en la nube Azure. Si la Pyme es una empresa emergente basada en la web que busca escalar rápidamente (startup), debería indagar por el servicio de Google Cloud Platform. Y si la Pyme está buscando el proveedor con el catálogo más amplio de servicios y alcance mundial, es probable que AWS sea el adecuado.
- El proveedor adecuado de nube pública para una Pyme dependerá de sus necesidades y sus cargas de trabajo. Varios de los expertos entrevistados recomendaron que las Pymes evalúen sus necesidades de nube pública caso por caso y relacionen aplicaciones y cargas de trabajo específicas con el proveedor que ofrece la mejor opción para sus necesidades dado que cada uno de ellos tienen fortalezas y debilidades particulares que los convierten en una buena opción para ciertos proyectos y la menos adecuada para otros.
- Los expertos coincidieron en que la mayoría de las empresas deben considerar implementar un esquema multinube. De hecho, considerar seguir una estrategia de

múltiples nubes dentro de la fase de inteligencia del proceso de toma de decisiones puede ayudar a evitar la dependencia de un proveedor y/o a combinar las cargas de trabajo con el mejor servicio disponible. Lo anterior va de la mano con el estudio realizado por (Flexera, 2019) en donde afirman que el 84% de las empresas entrevistadas indicaron que acudieron a una estrategia multinube (Figura 6-1).

### 84% of Enterprises Have a Multi-Cloud Strategy



**Figura 6-1:** Estrategia de adopción de nube de empresas a nivel mundial (Flexera, 2019).

- Existen programas gubernamentales que buscan que las Pymes cuenten con un diagnóstico inicial del estado de su negocio y un acompañamiento en la apropiación e implementación de soluciones TIC. Entidades como iNNpulsa, son un claro ejemplo, debido a que ofrecen programas de formación en temáticas TIC a través de los Centros de Transformación Digital instaurados desde el 2017 en conjunto con el MinTIC.
- Dentro de la apropiación de los servicios en la nube, las Pymes deben adquirir conocimientos sobre generalidades del concepto de computación en la nube. Existen varias plataformas en internet que facilitan esa tarea; un ejemplo de ello es la plataforma “Bogotá aprende TIC” ([www.bogotaaprendetic.gov.co](http://www.bogotaaprendetic.gov.co)) que desde 2018 ofrece cursos gratuitos de competencias digitales, entre ellos, computación en la nube. De igual forma cada uno de los proveedores líderes de la nube pública tienen publicados en sus sitios web toda la documentación, incluso en español, de todos sus servicios además de programas de entrenamiento gratuitos.

### 6.4.2 Recomendaciones para proveedores de nube nacionales

- Publicar precios de servicios IaaS, PaaS y SaaS disponiendo de una calculadora de precios en línea que permita a la empresa determinar un presupuesto y costo total de propiedad (TCO) a desarrollar en la nube.
- Planes gratuitos con acceso a servicios limitados, con una bolsa de créditos incluida con un número de determinada de horas con el fin de que la pyme pueda familiarizarse con el entorno de la nube y conozca más sobre los servicios ofrecidos.
- Ser aliados de los proveedores de nube pública líderes del mercado (AWS, Azure, Google) con el fin de ofrecer un abanico de servicios que abarquen las necesidades de las Pymes.
- Control más granular de los recursos (RAM, CPU, disco).
- Gestión más sencilla de plantillas, backups y direccionamiento IP.
- Horarios de soporte 7x24.
- Diseño de la hoja de ruta de adopción de la nube para la Pyme.
- Acompañamiento en la implementación de los cambios necesarios en la cultura organizacional de los valores en la nube.
- Automatización de la seguridad y la implementación de prácticas de buen gobierno.

### 6.4.3 Recomendaciones para entes gubernamentales

- ❖ Fortalecer programas de acompañamiento en adopción de nube para Pymes que ayuden a vencer las barreras de transformación de digital que actualmente padecen este tipo de empresas. Estos programas deben ir acompañados de una sensibilización sobre la importancia de los modelos de seguridad compartida que manejan los proveedores en la nube, así como sobre la regulación vigente en el país sobre este tipo de servicios.
- ❖ Lograr un encadenamiento de los eslabones de generación, transferencia, aplicación y comercialización del conocimiento sobre computación en la nube enfocado en la solución de problemáticas de productividad de nuestras Pymes

mediante el auspicio de eventos para la creación de spinoffs entre emprendedores, universidades, Pymes y proveedores internacionales y nacionales.

## **6.5 Próximos pasos**

- En próximos estudios se puede construir un modelo de madurez de adopción de servicios en la nube para pymes que permita identificar las brechas existentes entre el estado actual y las prácticas líderes del mercado de la nube para cada uno de los factores que fueron encontrados en esta investigación.

## 7. Bibliografía

Acopi (2018). Encuesta de Desempeño empresarial.

Alhammadi, A., Eardley, A., & Stanier, C. (2015) The determinants of Cloud Computing adoption in Saudi Arabia. Faculty of Computing, Engineering and Sciences, Staffordshire University.

Alkhalil A, Sahandi R, John D (2014) Migration to Cloud Computing: A Decision Process Model. In th 25th Central European Conference on Information and Intelligent Systems, CECIIS-2014. Faculty of Organization and Informatics Varazdin, Varazdin. pp 17–19

Alkhalil A, Sahandi R, John D (2017) An exploration of the determinants for decision to migrate existing resources to cloud computing using an integrated TOEDOI model. Journal of Cloud Computing: Advances, Systems and Applications.

Alkhater, N., Walters, R., & Wills, G. (2014) An Investigation of Factors Influencing an Organisation's Intention to Adopt Cloud Computing. International Conference on Information Society. School of Electronics and Computer Science University of Southampton.

Anguiano-carrasco, C. y Ferrando, P.J. (2010) El análisis factorial como técnica de investigación en psicología. Revista Papeles del psicólogo, Vol. 31(1), pp 18-33.

Alshamaila, Y., Papagiannidis, S., & Li, F. (2013) Cloud computing adoption by SMEs in the north east of England: A multi-perspective framework. J Enterp Inf Manag 26(3) :250–275.

Amini, M., Bakri, A., Sadat, N., Javadinia, S.A., & Tolooei, A. (2014) The Role of Top Manager Behaviours on Adoption of Cloud Computing for Small and Medium Enterprises. Aust J Basic Appl Sci 8(1) :490–498

Andrikopoulos V., Binz T., Leymann F., & Strauch S. (2013) How to adapt applications for the Cloud environment. Computing 95(6) : 493–535

Armbrust M, Fox A, Griffith R, Joseph AD, Katz R, Konwinski A, & Zaharia M (2010) A view of cloud computing. Communications of the ACM 53(4) : 50–58.

Aronson, J., Liang, T.P., & Turban, E. (2005) Decision Support Systems and Intelligent Systems, 7th edn., Pearson Prentice Hall.

BGH Tech Partner (2019) ¿Hacia dónde va la nube? Webinar Cloud. Disponible en: <https://youtu.be/pxyft0Y7xjU>

Brother International Corporation (2019) Vision Software 2019. Datos compilados y analizados por OpinionWorks en los Estados Unidos. Disponible en: <http://incp.org.co/Site/publicaciones/info/archivos/vision-pymes-2019-2552.pdf>

Chau, P.Y.K., & Tam, K.Y. (1997) Factors affecting the adoption of open systems: an exploratory study. MIS Q 21 :1–24.

Check Point Software Technologies LTD (2017). Check Point Nube Segura Blueprint: Arquitectura de seguridad ágil para la nube. White Paper.

Check Point Software Technologies LTD (2019). Who's Responsible For Your Cloud Security ?

Claro Colombia, Cotizador de Servidores Virtuales. Disponible en: [https://www.clarocloud.com.co/portal/co/cld/infraestructura/servidores\\_virtuales/#cotizador](https://www.clarocloud.com.co/portal/co/cld/infraestructura/servidores_virtuales/#cotizador)

Cloud Spectator (2017), Cloud Spectator IaaS Industry Pricing Comparison.

COGESTEC III Congreso Internacional de Gestión Tecnológica e Innovación (2012). Teoría de la Difusión de Innovaciones: Evolución y uso en los Sistemas de Información. Medellín, Colombia.

Confecamaras, Informe de Gestión 2015 – 2016.

Flexera (2019), RIGHTSCALE 2019 STATE OF THE CLOUD REPORT: As Cloud Use Grows, Organizations Focus on Cloud Costs and Governance.

Gartner (2018), Magic Quadrant for Cloud Infrastructure as a Service.

Gangwar, H., Date, H., & Ramaswamy, R. (2015) Understanding determinants of cloud computing adoption using an integrated TAM-TOE model. *J Enterp Inf Manag* 28(1) :107–130.

Gide, E., & Sandu, R. (2015) A Study to Explore the Key Factors Impacting on Cloud Based Service Adoption in Indian SMEs. *IEEE 12th International Conference on e-Business Engineering*.

Hoyle, R.H. (1995) The structural equation modeling approach: Basic concepts and fundamental issues. In : Hoyle RH (ed) *Structural equation modeling : Concepts, issues, and applications*. Sage Publications, Inc., Thousand Oaks, CA, pp 1–15.

Hsu P.F., Ray S., & Li-Hsieh Y.Y. (2014) Examining cloud computing adoption intention, pricing mechanism, and deployment model. *Int J Inf Manag* 34(4) : 474–488.

iNNpulsas Colombia, Informe de gestión 2017. Disponible en:

<https://www.innpulsacolombia.com/es/informes-de-gestion>

Jin, H., Ibrahim, S., Bell, T., Qi, L., Cao, H., Wu, S. (2010). Tools and Technologies for Building Clouds. En N. Antonopoulos, & L. Gillam, Cloud Computing: Principios, sistemas y aplicaciones (pag. 3-20).

Katz, R. (2017) El observatorio de la economía digital de Colombia. Consejo ampliado de la iniciativa Cluster de Software y TI de Bogotá.

Lara, A. (2014) Introducción a las ecuaciones estructurales en AMOS y R.

León, B. (2014) Metodología y Recomendaciones para la contratación de servicios en la nube para empresas estatales en Colombia. Universidad Nacional de Colombia.

Meza C (2019), Socio de Baker & McKenzie SAS. Disponible en: <https://www.ambitojuridico.com/noticias/especiales/tributario-y-contable/el-tratamiento-tributario-de-los-servicios-de-computacion>

Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de Colombia (2017), Guía de computación en la nube.

Mondal, A., & Misra, S. (2011) Identification of a company's suitability for the adoption of cloud computing and modelling its corresponding Return on Investment. Mathematical And Computer Modelling 53(3):504–521.

Organización de los Estados Americanos (OEA) y Amazon Web Services (AWS) (2018) Oportunidades y desafíos para las pymes en el contexto de una mayor adopción de las TIC. White Paper series, Edición 3.

Osorio, C. (2010) Factores para la implementación de Cloud Computing en empresas nuevas Caso Bogotá, Colegio de estudios superiores en administración CESA.

Pérez-Uribe, R., & Ramírez, M. (2015) ¿Por qué fracasan las pymes en Colombia? Universidad EAN, grupo de investigación G3Pymes.

Paloalto Networks (2018) Top 10 Configuration Risks in AWS.

Pérez-Urbe, R. Rojas, J., Vizcaino, C., & Lavao, D., (2018) ¿Cómo enfrentar el proceso de transición de una PYME a una gran empresa en Bogotá? Universidad EAN.

Phaphoom N., Wang X., Samuel S., Helmer S., & Abrahamsson P. (2015) A survey study on major technical barriers affecting the decision to adopt cloud services. J Syst Softw 103 :167–181

Proexport & Avanzo (2009) CRM para Pymes: Estrategias comerciales para Pequeñas y medianas empresas. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=zdqZwCVjhWE>

Ramdani, B., Chevers, D.A., & Williams, D. (2013) SMEs' adoption of enterprise applications : A technology-organisation-environment model. Journal of Small Business and Enterprise Development 20(4) :735–753

Rogers, E.M. (2003) Diffusion of innovations, 5th edn. Free Press, New York.

Sampieri, R. H. (2010). Metodología de la investigación. México : Editorial Mc Graw Hill.

Revista Dinero (2016). Pymes contribuyen con más del 80% del empleo en Colombia. Disponible en: <https://www.dinero.com/edicion-impresacaratula/articulo/porcentaje-y-contribucion-de-las-pymes-en-colombia/231854>

Revista Dinero (2016). Mipymes generan alrededor del 67% del empleo en Colombia. Disponible en: <https://www.dinero.com/edicion-impresapymes/articulo/evolucion-y-situacion-actual-de-las-mipymes-en-colombia/222395>

Revista Foros Isis. Univerisad de los Andes. Disponible en: <https://sistemas.uniandes.edu.co/es/revista-foros-isis>

Sahandi, R., Alkhalil, A., Opara-Martins, J. (2013) Cloud Computing from SMEs perspective : A Survey based Investigation. J Inf Technol Manag 24(1) :1–12.

Simon, H.A. (1977) The new science of management decision, 2nd edn. Prentice Hall, Englewood Cliffs (NJ).

Superintendencia de Industria y Comercio de Colombia (2015), Protección de los datos personales en los servicios computación en la nube (cloud computing).

Superintendencia financiera de Colombia (2019), Circular externa 005, Mar. 11.

Tornatzky, L.G., & Fleischer, M. (1990) The processes of technological innovation. Lexington Books, Lexington, MA.

Tovar, J. (2015) Transferencia Tecnológica de Networking Datacenter a Infraestructura Virtual Cloud Computing (IaaS) en Laboratorio, Limitada a Saturación de Tráfico, Universidad Nacional de Colombia.

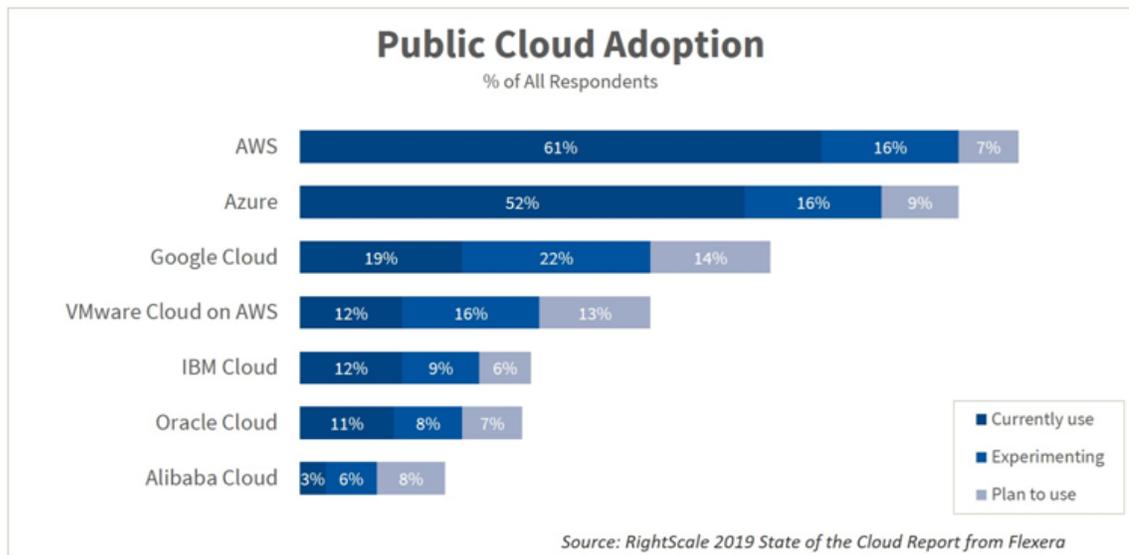
Zapata, G., & Canet, T. (2008). Propuesta metodológica para la construcción de escalas de medición a partir de una aplicación empírica (Actualidades Investigativas en Educación, Latindex- {UCR}). Actualidades Investigativas En Educación., Volumen 8 (número 2), 1–26.

**ANEXO**

## A. Anexo 1: Comparativo proveedores líderes nube pública

### Fortalezas y debilidades Proveedores de la nube: AWS vs. Azure vs. Google

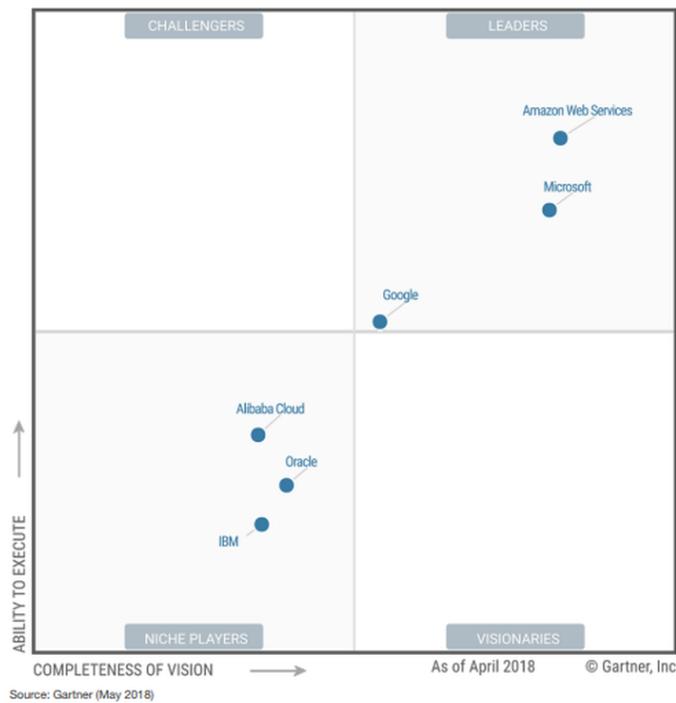
Claramente, para el segmento de infraestructura como servicio (IaaS) y plataforma como servicio (PaaS), los tres proveedores mencionados tienen una posición dominante entre las muchas compañías de la nube tal como se observa en la figura. Los proveedores incipientes como IBM, Oracle y Alibaba no se incluyen en la comparativa dados sus márgenes de participación en el mercado y a que, en el momento de la realización de este trabajo, no cuentan con aliados locales en nuestro país.



Ranking de empresas líderes en la adopción de nube pública (Flexera, 2019).

## Fortalezas y debilidades de AWS

La mayor fortaleza de AWS es su dominio del mercado de la nube pública. En su Cuadrante Mágico para servicios IaaS, (Gartner, 2018) señaló que AWS ha sido el líder en participación de mercado en la nube IaaS durante más de 10 años. Lo anterior se puede apreciar en la siguiente figura:



Cuadrante mágico para servicios IaaS en la nube a nivel mundial (Gartner, 2018).

Cuenta con un amplio conjunto de herramientas que crece continuamente, así como la red más completa de centros de datos mundiales que le otorgan unas capacidades incomparables en la nube. El informe de Gartner lo resumió diciendo que "AWS es el proveedor más maduro y listo para la empresa, con las capacidades más profundas para controlar una gran cantidad de usuarios y recursos" (Gartner, 2018). Sin embargo, su modelo de negocio enfocado singularmente en la nube pública en lugar de la nube híbrida o la nube privada significa que la interoperabilidad con su centro de datos no es la máxima prioridad de AWS. Otra debilidad de Amazon se relaciona con su estructura de costos la cual puede ser confusa. Si bien AWS baja regularmente sus precios, a muchas empresas

les resulta difícil entender la estructura de costos de la compañía y administrar esos costos de manera efectiva cuando se ejecuta un alto volumen de cargas de trabajo en el servicio.

A pesar de las desventajas, estas son más que superadas por las fortalezas de Amazon, y las organizaciones de todos los tamaños utilizan AWS para una amplia variedad de cargas de trabajo.

Criterio de elección de AWS: La única razón para no elegir Amazon es si la Pyme requiere una relación más personal, algo que una “pequeña tienda boutique” puede ofrecer. Debido a su amplia colección de servicios y su escala masiva, es difícil para AWS establecer una relación cercana con cada cliente, sin embargo, hay revendedores, aliados y consultores que pueden ofrecer ese tipo de atención cercana.

## **Fortalezas y debilidades de Microsoft Azure**

Es el competidor que le sigue los pies a AWS con una infraestructura de nube lo suficientemente capaz. Cuando se trata de clientes empresariales, Azure habla su idioma; pocas empresas tienen antecedentes empresariales (y soporte de Windows) como Microsoft. Azure es consciente que las organizaciones aún cuentan con un centro de datos, y la plataforma de Azure trabaja arduamente para interactuar con los centros de datos; La nube híbrida es su gran fortaleza, así como su oferta de Software como servicio (SaaS).

Una gran razón para el éxito de Azure es que muchas empresas implementan Windows y otro software de Microsoft el cual fue rediseñado para la nube (Windows Server, Office, SQL Server, Sharepoint, Dynamics Active Directory, .Net y otros). Debido a que Azure está estrechamente integrado con estas otras aplicaciones, las empresas que usan una gran cantidad de software de Microsoft a menudo encuentran que también tiene sentido que utilicen Azure. Esto genera lealtad para los clientes existentes de Microsoft. Además, si una empresa ya es un cliente corporativo de Microsoft, tendrá acceso a descuentos significativos en los contratos de servicio.

En el lado negativo, Gartner encuentra fallas en algunas de las imperfecciones de la plataforma. "Si bien Microsoft Azure es una plataforma lista para la empresa, los clientes de Gartner informan que la experiencia del servicio se siente menos preparada para la empresa de lo que esperaban, dada la larga historia de Microsoft como proveedor empresarial", dijo. "Los clientes mencionan problemas con el soporte técnico, la

documentación, la capacitación y la amplitud del ecosistema de aliados locales en cada país conocidos como ISV (proveedores de software independiente)" (Gartner, 2018).

Criterio de elección de Azure: El mayor atractivo de Microsoft es, por supuesto, la interoperabilidad del software de Microsoft con la nube. Por ejemplo, todo el código .Net existente en las aplicaciones de una empresa funcionará en Azure, el entorno del servidor se conectará a Azure y resultará más fácil migrar las aplicaciones locales. Además, el profundo enfoque de Azure en la nube híbrida ayudará a salvar el entorno del centro de datos heredado con la nube de Microsoft, que es rápidamente escalable (y generosa en funciones). Por ejemplo, si la organización ya cuenta con un directorio activo de Microsoft, este mismo será utilizado para las aplicaciones montadas en la nube de Azure; con personal de la organización que administre dicho directorio activo debería ser suficiente para lograr esa integración.

## **Fortalezas y debilidades de Google Cloud Platform (GPC)**

Google ingresó al mercado de la nube más tarde que sus dos grandes competidores y carece del enfoque empresarial que ayuda a atraer clientes corporativos. Sin embargo, goza de ventajas significativas gracias a que su experiencia técnica es profunda, su fuerte oferta en contenedores, ya que Google desarrolló el estándar Kubernetes que ahora ofrecen AWS y Azure, y sus herramientas líderes en la industria en aprendizaje profundo e inteligencia artificial, aprendizaje automático y análisis de datos. También ofrece servicios de escalabilidad considerable y balanceadores de carga.

En el lado negativo, Google ocupa el tercer lugar de participación de mercado, tal vez porque no ofrece tantos servicios diferentes ni como tampoco tiene tantos centros de datos globales como AWS o Azure, aunque se está expandiendo rápidamente.

Gartner menciona que sus "clientes suelen elegir la nube de Google como un proveedor secundario en lugar de un proveedor estratégico, aunque es cada vez más elegido como una alternativa estratégica a AWS por los clientes cuyas empresas compiten con Amazon y que son más centradas en la fuente abierta o DevOps-Centric, y por lo tanto están menos alineados con Microsoft Azure" (Gartner, 2018).

Criterio de elección de Google: Google está creciendo rápidamente, pero es un trabajo en progreso ya que naturalmente no tiene un historial legado en el trato con las empresas. Sin embargo, luego de sufrir un cambio de líder en 2018, ha invertido miles de millones en sus esfuerzos en la nube además de asociarse con Cisco, que sí es un viejo jugador del sector empresarial. Google ha construido su nube basado en su gran fortaleza que es la escalabilidad y el aprendizaje automático; además de ofrecer descuentos y contratos flexibles a diferencia de sus competidores.

En la siguiente tabla se resumen las fortalezas y debilidades de los proveedores líderes de nube pública a nivel mundial.

Resumen fortalezas y debilidades proveedores nube.

Proveedor	Fortalezas	Debilidades
<b>AWS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Posición dominante en el mercado.</li> <li>• Oferta de servicios extensa y madura.</li> <li>• Apoyo a grandes organizaciones.</li> <li>• Entrenamiento extensivo.</li> <li>• Alcance global.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Difícil de usar.</li> <li>• Manejo de costos.</li> <li>• Opciones abrumadoras.</li> </ul>
<b>AZURE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Segundo proveedor más grande.</li> <li>• Integración con herramientas y software de Microsoft.</li> <li>• Amplio conjunto de características.</li> <li>• Nube híbrida.</li> <li>• Soporte para código abierto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Problemas con la documentación.</li> <li>• Herramientas de gestión incompletas.</li> </ul>
<b>GOOGLE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseñado para empresas nativas de la nube.</li> <li>• Compromiso con el código abierto y la portabilidad.</li> <li>• Grandes descuentos y contratos flexibles.</li> <li>• Experiencia en DevOps.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrada tardía al mercado IaaS.</li> <li>• Menos características y servicios.</li> <li>• Históricamente no es reconocida como una empresa enfocada al sector empresarial.</li> </ul>

## Comparativa de modelos de precios

Cuando se comparan los tres líderes de la nube, el precio es a veces el área más difícil de todas ya que adoptan enfoques muy diferentes de precios y descuentos para sus servicios.

Los precios en la nube varían dependiendo de una amplia variedad de factores. Esos factores incluyen las características de las instancias de servidor que se va a ejecutar, la región del centro de datos en la nube en donde se ubicarán dichas instancias, el sistema operativo y el software a utilizar, ya sea que pague por minuto, hora o por mes, si ha firmado un contrato a largo plazo, si es apto para los servicios de nivel gratuito, el nivel de

soporte requerido, la cantidad de datos que necesita almacenar y transferir, y si califica para algún descuento.

Los proveedores líderes ofrecen docenas a cientos de servicios diferentes. Cada uno de esos servicios tiene su propio programa de precios con múltiples opciones disponibles. En algunos casos, los servicios en la nube pueden configurarse de miles de maneras diferentes, cada una de las cuales tiene como resultado un precio diferente el cual puede variar en el tiempo debido a la tendencia de los proveedores a bajar sus precios de manera regular.

Desenmarañar toda esta complejidad de costos en la nube es un desafío, sin embargo, es posible hacer algunas generalizaciones.

**Precios de AWS:** Los precios de AWS son particularmente inescrutables. A pesar de que ofrece una calculadora de costos, la cantidad de variables involucradas dificulta la obtención de estimaciones precisas. Gartner advirtió que "la estructura de precios granular [de AWS] es compleja; se recomienda el uso de herramientas de administración de costos de terceros" (Gartner, 2018).

**Precios de Azure:** Microsoft Azure no simplifica las cosas. Debido a las complicadas opciones de licencia de software de Microsoft y al uso de descuentos basados en la situación de cada empresa, su estructura de precios puede ser difícil de entender sin ayuda externa y/o una experiencia considerable.

**Precios de Google:** Por el contrario, Google utiliza sus precios como un punto de diferenciación. Su objetivo es ofrecer precios "amigables para el cliente" que superen los precios de lista de los otros proveedores. Gartner destacó que "Google usa grandes descuentos y contratos excepcionalmente flexibles para tratar de ganar proyectos de clientes que actualmente están gastando sumas significativas de dinero con los competidores de la nube".

**Consejo clave:** las organizaciones que basan sus decisiones de proveedores de la nube principalmente en el precio deberán analizar cada proyecto caso por caso para obtener la mejor oferta. Y debido a que los proveedores bajan sus precios regularmente, es posible que tengan que revisar esos cálculos con frecuencia.

## Precios de AWS

Amazon ofrece cuatro acuerdos básicos de precios:

El precio bajo demanda es el precio de lista estándar que paga si se suscribe a AWS y comienza a usarlo sin ningún descuento. Se puede decir que es más o menos análogo al precio sugerido al público para un cualquier bien.

Las instancias puntuales (*spot en inglés*) son descuentos disponibles si no es importante para la empresa cuándo se ejecuten sus cargas de trabajo. Si tiene un trabajo por lotes sin un plazo específico, AWS lo ejecutará cuando tenga capacidad de reserva y obtendrá un descuento de hasta el 90% sobre el precio por demanda.

Las instancias reservadas son para organizaciones que saben que necesitarán una gran cantidad de computación en la nube. Las empresas pueden comprometerse a un contrato de uno o tres años con un descuento de hasta un 75% más bajo que el precio por demanda.

Los hosts dedicados son para organizaciones que ya han pagado altos costos de licencias de software. Dependiendo de sus contratos de software, las empresas a veces pueden reducir sus costos de software si se ejecutan en un host dedicado en lugar de servidores por demanda. Los precios de AWS para los hosts dedicados son los mismos que para la computación en la nube bajo demanda, a menos que se reserven instancias.

AWS también ofrece un nivel gratuito con servicios mínimos que están disponibles sin cargo, generalmente por un límite de tiempo establecido; además por debajo del 25% de procesamiento de la instancia, se generen créditos que se pueden usar para picos de tráfico.

## Precios de Microsoft Azure

Al igual que AWS, Microsoft publica sus precios, pero también ofrece una variedad de descuentos en precios en la nube a diferentes tipos de clientes.

Una empresa puede ahorrar dinero al suscribirse a un contrato de uno o tres años para las instancias de máquinas virtuales reservadas. Las organizaciones que ejecutan el software de Microsoft en sus propios centros de datos pueden ahorrar a través del beneficio híbrido de Azure. Los descuentos pueden ser de hasta el 40%, pero dependen del software que

ejecute en sus propios centros de datos y del software que ejecute en la nube. Los desarrolladores pueden obtener precios especiales para las instancias de Azure que utilizan para fines de desarrollo y pruebas. Estos descuentos están disponibles para usuarios individuales de Visual Studio o para equipos más grandes.

Las grandes organizaciones que tienen un Microsoft Enterprise Agreement (EA) pueden negociar descuentos en los servicios de computación en la nube. Sin embargo, estos descuentos no se publican, por lo que es difícil determinar qué pagan exactamente las grandes empresas por Azure.

Al igual que AWS, Azure también ofrece un nivel gratuito con servicios mínimos disponibles sin cargo, generalmente por un límite de tiempo establecido.

## **Precios de GCP**

Google Cloud Platform promete "precios amigables para el cliente" y compite activamente con AWS y Azure en el precio.

Google Cloud ofrece tres tipos diferentes de descuentos de sus precios de lista:

Los descuentos por uso sostenido se activan automáticamente si continúa utilizando las mismas instancias durante la mayor parte de un mes determinado. Estos pueden ser hasta un 30% del precio de lista.

Las instancias de máquinas virtuales preferibles son similares a las instancias spot de AWS. Estos son para trabajos por lotes que se pueden interrumpir y reanudar en un momento posterior, y vienen con descuentos de hasta el 80% de los precios de lista.

Los descuentos de uso confirmado son similares a las instancias reservadas de AWS o máquinas virtuales reservadas de Azure. Los clientes pueden ahorrar hasta un 60% si se comprometen a largo plazo a usar GCP.

GCP también ofrece un nivel gratuito que incluye algunos servicios que son gratuitos durante un año y otros que siempre son gratuitos.

## Precios servicios IaaS

Como una forma de complementar la comparativa en cuanto a precios, se cita la publicación de Cloud Spectator que data de septiembre de 2017 en la cual hizo una descripción general de los precios publicados para los servicios IaaS. Este informe compara una gran cantidad de proveedores de nube diferentes, incluidos los tres líderes. Agrupa instancias similares y compara los precios promedio de los diversos servicios, incluidos los descuentos relevantes para compromisos a largo plazo. A pesar de la fecha del informe, este proporciona una buena visión general del mercado que permite algunas generalizaciones.

En las figuras que se muestran más abajo, Cloud Spectator muestra cómo AWS, Azure y GCP se comparan para instancias de Linux y Windows de varios tamaños y tiempos de servicio; para hacer las tablas un poco más fáciles de leer, el costo más bajo en cada categoría es verde, el segundo más bajo es el amarillo y el más caro es el rosa. Cloud Spectator advierte que las instancias utilizadas para la comparación no son exactamente idénticas. Si necesita un nivel de rendimiento particular, deberá asegurarse de que las instancias que está comparando se encuentren dentro de un rango aceptable para sus aplicaciones. Como se han indicado anteriormente, las empresas deben evaluar las ofertas de precios y rendimiento para determinar el producto en la nube que mejor se adapte a sus necesidades.

De las figuras se puede apreciar que los precios varían ampliamente, especialmente con los contratos a largo plazo; claramente no es cierto que la competencia en precios haga que estos sean necesariamente iguales. Por ejemplo, con un contrato a 3 años en una instancia grande de Linux 2X, el precio publicado de Microsoft es más del doble que el de AWS o GCP.

De los tres, Google es casi siempre el proveedor más económico y tampoco es la opción más costosa. Google declara abiertamente en su sitio web su enfoque de competir en precio el cual probablemente tenga sentido ya que sus ofertas de computación en la nube no son tan amplias como las de AWS o Azure.

Linux Instance	AWS	Azure	GCP
Small (hourly)	\$0.067	\$0.050	\$0.048
Small (monthly)	\$49	\$37	\$24
Small (annually)	\$353	\$438	\$241
Small (3 year)	\$687	\$1,314	\$520
Medium (hourly)	\$0.100	\$0.100	\$0.095
Medium (monthly)	\$73	\$73	\$49
Medium (annually)	\$519	\$876	\$478
Medium (3 year)	\$1,026	\$2,628	\$1027
Large (hourly)	\$0.199	\$0.199	\$0.190
Large (monthly)	\$146	\$145	\$97
Large (annually)	\$1,043	\$1,743	\$951
Large (3-year)	\$2,063	\$5,230	\$2042
Extra large (hourly)	\$0.398	\$0.398	\$0.380
Extra large (monthly)	\$291	\$291	\$194
Extra large (annually)	\$2,082	\$3,486	\$1,898
Extra large (3 year)	\$4,089	\$10,459	\$4,071
2X large (hourly)	\$0.796	\$0.796	\$0.759
2X large (monthly)	\$581	\$581	\$388
2X large (annually)	\$4,150	\$6,973	\$3,791
2X large (3-year)	\$8,165	\$20,919	\$8,128

Precios instancias Linux. Fuente: (Cloud Spectator, 2017).

Windows Instance	AWS	Azure	GCP
Small (hourly)	\$0.130	\$0.097	\$0.081
Small (monthly)	\$95	\$71	\$46
Small (annually)	\$735	\$849	\$603
Small (3 year)	\$1,684	\$2,548	\$1,606
Medium (hourly)	\$0.194	\$0.192	\$0.177
Medium (monthly)	\$142	\$140	\$90
Medium (annually)	\$1,289	\$1,682	\$1,190
Medium (3 year)	\$3,008	\$5,046	\$3,164
Large (hourly)	\$0.385	\$0.383	\$0.351
Large (monthly)	\$281	\$280	\$180
Large (annually)	\$2,545	\$3,355	\$2,364
Large (3-year)	\$5,988	\$10,365	\$6,281
Extra large (hourly)	\$0.768	\$0.766	\$0.701
Extra large (monthly)	\$561	\$559	\$358
Extra large (annually)	\$5,092	\$6,710	\$4,713
Extra large (3 year)	\$11,912	\$20,130	\$12,515
2X large (hourly)	\$1.534	\$1.532	\$1.400
2X large (monthly)	\$1,120	\$1,118	\$715
2X large (annually)	\$10,176	\$13,420	\$9,410
2X large (3-year)	\$23,772	\$40,261	\$24,982

Precios instancias Windows (Cloud Spectator, 2017).

Microsoft Azure casi nunca es el más barato y donde es el segundo más barato, sus precios suelen ser cercanos a los de AWS. Si bien es posible que Microsoft sea mucho más competitivo cuando se toman en cuenta los descuentos no publicados, parece más

probable que los clientes que eligen Azure lo estén haciendo por razones distintas al precio.

Los descuentos a largo plazo de AWS son especialmente buenos: Para los pagos por hora o por mes, los precios de AWS se parecen mucho a los de Azure. Pero si se establece un contrato por un año o tres, los precios de AWS están más cerca de los de Google (y en algunos casos son incluso más bajos).

Es evidente que la empresa debe tener supremamente claro lo que requiere para que conozca qué proveedor es el menos costoso, si el precio es una preocupación clave.

Dado que el informe de Cloud Spectator señala que AWS y Azure generalmente se encuentran entre los proveedores más caros, e incluso Google generalmente no es el menos costoso, se optó comparar estos proveedores con algunas de las empresas que prestan el servicio en Colombia; sin embargo, solo una de ellas cuenta con una calculadora de precios en línea similar la cual permite conocer el precio de instancias IaaS Linux y Windows por mes: Se trata de Claro Colombia.

Se advierten que, al igual que en el caso anterior, las instancias IaaS utilizadas para la comparación no son exactamente idénticas y que el cálculo fue realizado para 730 horas equivalente a un mes de servicio ininterrumpido de las instancias. Los valores para AWS, Azure y GCP fueron calculados para la región del este EEUU (Norte Virginia) utilizando calculadora de precios disponibles en cada una de sus páginas web. Las tablas que se muestran a continuación, entregan los resultados correspondientes; una vez más, para hacer las tablas un poco más fáciles de leer, el costo más bajo en cada categoría es verde, el segundo más bajo es el amarillo y el tercer más bajo es el rosa y el más caro es rojo. No se incluyeron por los precios de servicios SaaS tales como Office 365 y G-Suite que son ofertados por el proveedor nacional debido a que la diferencia de precios con Microsoft y Google, fabricantes de estos productos, son irrisorias y para una Pyme tendrá más sentido adquirirlas a través del proveedor nacional que le factura en pesos colombianos y le ofrece un canal de atención al cliente en español.

## Precios instancias Windows.

Instancia Windows	CLARO*	AWS	Azure	Google
Small (1vCPU, 1 GB Ram)	41,62	ND	10,22	ND
Small (1vCPU, 2 GB Ram)	47,01	23,35	17,96	ND
Medium (1vCPU, 4 GB Ram)	79,22	94,90	102,20	56,54
Medium (2vCPU, 2 GB Ram)	63,12	28,61	ND	99,18
Medium (2vCPU, 4 GB Ram)	95,33	40,88	36,21	ND
Large (2vCPU, 8 GB Ram)	127,29	75,04	66,57	113,07
XLarge (4vCPU, 8 GB Ram)	148,79	258,41	208,78	ND
XLarge (4vCPU, 16 GB Ram)	210,56	163,51	132,86	226,15
XLarge (8vCPU, 8 GB Ram)	171,34	613,20	ND	396,71
2XLarge (8vCPU, 16 GB Ram)	233,12	516,84	438	ND

Calculados por el autor con una TRM \$3.210.

## Precios instancias Linux.

Instancia Linux	CLARO*	AWS	Azure	Google
Small (1vCPU, 1 GB Ram)	41,37	8,54	7,59	ND
Small (1vCPU, 2 GB Ram)	57,48	16,79	15,11	ND
	73,58	48,90	56,21	27,34
Medium (1vCPU, 4 GB Ram)	73,58	13,72	ND	40,78
	89,69	27,44	30,37	ND
Medium (2vCPU, 2 GB Ram)	121,65	54,89	60,74	57,64
	143,15	74,45	139,43	ND
Medium (2vCPU, 4 GB Ram)	204,92	109,78	121,18	109,35
	165,70	379,60	ND	163,11
Large (2vCPU, 8 GB Ram)	227,48	148,91	292	ND
	41,37	8,54	7,59	ND
XLarge (4vCPU, 8 GB Ram)	57,48	16,79	15,11	ND
	73,58	48,90	56,21	27,34
XLarge (4vCPU, 16 GB Ram)	73,58	13,72	ND	40,78
	89,69	27,44	30,37	ND
XLarge (8vCPU, 8 GB Ram)	121,65	54,89	60,74	57,64
	143,15	74,45	139,43	ND
2XLarge (8vCPU, 16 GB Ram)	204,92	109,78	121,18	109,35
	165,70	379,60	ND	163,11

Calculados por el autor con una TRM \$3.210.

Básicamente los precios no siguen ninguna tendencia y no es posible hacer una comparación en el largo plazo dado que el proveedor nacional solo publica los valores por mes. Como era de esperarse Azure es el menos costoso para instancias Windows y Google junto con AWS para instancias Linux, aunque curiosamente Azure presente un menor precio en las instancias Linux de menor capacidad e incluya un tamaño de almacenamiento temporal para cualquier tipo de instancia que va desde los 4 hasta los 80GB.

Para ambos tipos de instancias el proveedor nacional casi siempre es el más costoso, a excepción del caso de las instancias más grandes (XLarge y 2XLarge) en donde es el más económico o su precio está muy cerca al de Google. Por otro lado, la diferencia de precios para instancias Linux es considerable con respecto a las instancias Windows; en las Linux se observa que los proveedores están por debajo del precio de Claro hasta 5 veces, lo cual puede obedecer al beneficio del contrato corporativo de licenciamiento con Microsoft que le permite tener un mayor descuento en la reventa.

Hay que tener en cuenta también que el precio del proveedor nacional incluye servicios que implicarían un costo adicional en los proveedores internacionales: Soporte 7x24 en español y transferencia saliente ilimitada (con política de uso justo); adicionalmente la Pyme puede beneficiarse con una mayor rapidez de acceso (teórica) a los recursos en la nube desde Colombia, facturación en pesos colombianos, métodos de pago tradicionales y en línea, aspectos legales, entre otros. Sin embargo, teniendo en cuenta los descuentos en el largo plazo a los que se puede acceder con los proveedores de nube pública, estos beneficios del proveedor nacional pueden ser superados ampliamente con una reducción significativa del costo que le permita contratar dichos servicios.

## B. Anexo 2: Formulario de encuesta

**Una exploración a los factores determinantes para que una PYME en Bogotá decida migrar sus recursos TI existentes a la computación en la nube**

Nombre:						
Profesión:						
Empresa:						
Área:						
Cargo:						
E-mail:						
Sector al que pertenece la empresa:	Educación	Telecomunicaciones	Banca	Industrial	Manufactura	Textil
	Gobierno	Servicios TIC	Salud	comercio	Otra ¿cuál? _____	
¿Cuál es su nivel de conocimiento sobre la computación en la nube?	Sé lo que es	Tengo algunos conocimientos	No tengo conocimiento			

Por favor responda las siguientes preguntas:

Independientemente de si su empresa ofrece o utiliza servicios en la nube o no, indique de la siguiente lista de factores en qué medida considera que es una <u>ventaja o incentivo</u> para que una pequeña o mediana empresa migre sus recursos TI existentes a la nube (sistemas heredados o legados*) a la nube	Nivel de importancia (1 - No lo considero un incentivo; 5 - lo considero un gran incentivo).				
	Sin importancia	De poca importancia	Moderadamente importante	importante	Muy importante
Reducción de costos en tecnología; se paga lo que se usa	1	2	3	4	5
Agilidad y capacidad de obtener nuevos servicios mucho más rápido de lo que pueden hacer internamente	1	2	3	4	5
Flexibilidad para agregar o eliminar servicios a medida que se desarrollan sus negocios	1	2	3	4	5
Almacenar sus datos en una copia de seguridad segura fuera de la organización	1	2	3	4	5
Administradores de TI se liberan de la carga de preocuparse por el hardware, y pueden centrarse en ofrecer mejores servicios	1	2	3	4	5

Facilidad compartir información y trabajar de forma cooperativa a nivel interno y externo	1	2	3	4	5
Apoyo de la alta dirección de la organización	1	2	3	4	5
Acompañamiento del proveedor de servicios cloud durante la migración de sus recursos TI a la nube	1	2	3	4	5

<b>Independientemente de si su empresa ofrece o utiliza servicios en la nube o no, indique de la siguiente lista de factores en qué medida considera que es una <u>ventaja o incentivo</u> para que una pequeña o mediana empresa migre sus recursos TI existentes a la nube (sistemas heredados o legados*) a la nube</b>	<b>Nivel de importancia</b> <i>(1 - No lo considero un incentivo; 5 - lo considero un gran incentivo).</i>				
	Sin importancia	De poca importancia	Moderadamente importante	importante	Muy importante
Soporte a través de un partner local autorizado (cobro y factura en moneda nacional)	1	2	3	4	5
Expectativa de cercanía del proveedor de servicios cloud en cuanto a servicio al cliente (por ejemplo, soporte técnico en el mismo idioma y con tiempos de respuesta oportunos)	1	2	3	4	5
Expectativa de alta disponibilidad de los servicios	1	2	3	4	5
Oferta de Software como Servicio (SaaS) con capacitación incluida dentro del portafolio del proveedor de la nube (por ejemplo, editor de páginas web)	1	2	3	4	5
Oferta de centros de datos virtuales híbridos (sistema legados o ambientes de producción alojado en el servicio de hosting convencional y los nuevos sistemas informáticos o ambientes de desarrollo en cloud)	1	2	3	4	5

<b>Independientemente de si su empresa ofrece o utiliza servicios en la nube o no, indique de la siguiente lista de factores en qué medida considera que es una <u>barrera</u> para que una pequeña o mediana empresa migre sus recursos TI existentes a la nube (sistemas heredados o legados) a la nube</b>	<b>Nivel de importancia</b> <i>(1 - No lo considero una barrera; 5 - lo considero una gran barrera).</i>				
	Sin importancia	De poca importancia	Moderadamente importante	importante	Muy importante
Combinación de costos mensuales por servicios adicionales en la nube (transferencias de datos dentro y fuera, almacenamiento de datos en línea, soporte y disponibilidad adicional)	1	2	3	4	5
Costos asociados a reemplazar o migrar servicios ya desplegados internamente	1	2	3	4	5
Grandes cantidades de datos a migrar a la nube	1	2	3	4	5
Nivel de experiencia de su personal de tecnología para aprovisionar servicios en la nube e integrarla con el sistema interno	1	2	3	4	5
Servicios en la nube se administran por sí mismos, el proveedor solo se encarga de mantener documentación disponible	1	2	3	4	5

Independientemente de si su empresa ofrece o utiliza servicios en la nube o no, indique de la siguiente lista de factores en qué medida considera que es una <b>barrera</b> para que una pequeña o mediana empresa migre sus recursos TI existentes a la nube (sistemas heredados o legados) a la nube	Nivel de importancia (1 - No lo considero una barrera; 5 - lo considero una gran barrera).				
	Sin importancia	De poca importancia	Moderadamente importante	importante	Muy importante
Comprensión de cómo implementar de forma segura servicios en la nube.	1	2	3	4	5
Riesgo de la continuidad de las operaciones del negocio y recuperación ante interrupciones	1	2	3	4	5
Exposición de datos confidenciales	1	2	3	4	5
Impacto en la cultura y el personal de la organización debido a la posible falta de familiaridad con el sistema y el entorno	1	2	3	4	5
Problemas de compatibilidad e interoperabilidad entre aplicaciones existentes y la nube	1	2	3	4	5
Elección del proveedor de servicios entre un grupo numeroso asociado a número considerable de configuraciones posibles.	1	2	3	4	5
Implicaciones legales (por ejemplo, si una empresa migra a un proveedor de servicios multinacional, puede encontrar algunos de sus recursos almacenados en otras partes del mundo)	1	2	3	4	5
Proveedor de servicios cloud no ofrece soporte sobre los sistemas legados de la empresa cuando ya corren en la nube	1	2	3	4	5
Falta de una política de seguridad de la información al interior de la compañía	1	2	3	4	5
Empresa establecida en una única sede	1	2	3	4	5