

# Metodología de evaluación de migración de servicios a computación en la nube en pequeñas y medianas empresas.

## *Evaluation methodology for migration of services to cloud computing in small and medium enterprises.*

Jose Danilo Buitrago<sup>1</sup>  
Santiago Sánchez Hincapié<sup>2</sup>

### Resumen

La computación en la nube consiste en ofrecer productos y servicios para ser consumidos a través de internet. El propósito principal es obtener el mayor provecho del procesamiento y almacenamiento computacional que ejercen las organizaciones, utilizando la conectividad a gran escala que ofrece internet para alojar múltiples recursos, programas e información, permitiendo que los usuarios accedan a ellos través de cualquier ordenador o dispositivo móvil.

Actualmente existen diferentes tipos de computación en la nube: privada, pública e híbrida y también diferentes modelos de servicio como: Software como Servicio (SaaS), Plataforma como Servicio (PaaS), Infraestructura como Servicio (IaaS). Cada uno de ellos ofrecen beneficios que pueden verse reflejados en la reducción de costos para infraestructura, economía de los espacios, centralización de la información y trabajo remoto para los colaboradores de las compañías que hagan uso de estas tecnologías.

Con la intención de apoyar a las pequeñas y medianas empresas en la decisión de transferir sus diferentes servicios a la nube, se propone una herramienta de diagnóstico que permite medir el grado de madurez tecnológica de los procesos que las componen, ayudando identificar el estado actual de las capacidades de sus procesos, con el fin de desarrollar una estrategia de migración y puesta en marcha de la computación en la nube.

**Palabras clave:** Computación en la nube, modelos de madurez, servicios de nube, infraestructura, operación, PYMES, COBIT, CMMI, I&O.

### Abstract

Cloud computing consists in offering products and services to be consumed through the Internet. The main purpose is to get the most out of the computational storage and processing that organizations exercise, using the large-scale connectivity offered by the Internet to have multiple resources, programs and information, let to the users who access them through any computer or device mobile.

Currently there are different types of cloud computing: private, public and hybrid and also different service models such as: Software as a Service (SaaS), Platform as a Service (PaaS), Infrastructure as a Service (IaaS). Each of them offers benefits that can be reflected in the cost's reduction for infrastructure, economy's spaces, information's centralization and employees' remote work from companies that make use of these technologies.

---

<sup>1</sup> Jose Danilo Buitrago Montoya. Ingeniero de Software. Consultor SAP Seguridad. Axity. danilodmb@gmail.com.

<sup>2</sup> Santiago Sánchez Hincapié. Ingeniero de Sistemas. Analista de Seguridad. MySecurity Consultores Ltda. Sancho216@hotmail.com

With the intention of supporting to the small and medium enterprises in the decision to control their different services through the cloud, a diagnostic tool is proposed that allows measuring the degree of technological maturity of the processes that compose them, helping to identify the state current capabilities of their processes, in order to develop a migration strategy and start-up of cloud computing.

**Keywords:** Cloud computing, maturity models, cloud services, infrastructure, operation, SMEs, COBIT, CMMI, I&O.

## Introducción

El concepto de computación en la nube se encuentra definido como un modelo que permite acceder a diferentes recursos compartidos bajo demanda a través de la red<sup>3</sup>. Dentro de estos, se pueden encontrar redes, almacenamiento, servidores, aplicaciones y servicios, los cuales pueden ser rápidamente asignados y liberados con una gestión mínima por parte tanto del proveedor, como del consumidor.

En la actualidad, la computación en la nube ha dejado de ser una novedad, para convertirse en una realidad cada vez más presente en las pequeñas y medianas empresas. Gracias a los avances de este tipo de tecnologías, las pymes pueden acceder a recursos tecnológicos que anteriormente solo se encontraban al alcance de las grandes compañías que podían realizar la inversión necesaria para implementar este tipo de servicios en sus ambientes.

Con la computación en la nube se ha obtenido un gran progreso para las compañías que han logrado adquirir e implementar este tipo de tecnologías, tanto por las facilidades que aporta a sus actividades y negocios, como la necesidad de mantenerse competitivas.

Por lo tanto, su grado de importancia en las pymes es cada vez mayor. Este modelo tecnológico aporta una variedad de ventajas que se pueden clasificar en los siguientes aspectos:

- Ahorro de costos.
- Generación de nuevas estrategias de negocio.
- Agilidad en las operaciones.
- Optimización de los recursos.
- Contar con tecnología actualizada y segura.
- Seguridad de la información.
- Flexibilidad y escalabilidad.

Pese a la evolución en los últimos años, muchas organizaciones desconocen este tipo de herramientas, a pesar de que en la actualidad organizacional se cuenta con la cultura de trabajar en la nube. Muchas de ellas no le apuestan al uso de la computación en la nube por la desconfianza que les genera almacenar todos sus datos e información en fuentes externas, la ausencia del nivel de madurez adecuado para trasladar sus diferentes componentes a un ambiente desconocido para ellas, o porque los procesos que componen el negocio aún no son soportados completamente por los diferentes servicios que ofrecen los proveedores de la nube.

La computación en la nube evoluciona día a día, lo que le permite ofrecer una gran variedad de servicios de punta para las empresas que decidan adoptarla e implementarla en sus estrategias de TI. Lo anterior, permite que las pymes no tengan la necesidad de invertir grandes cantidades de recursos financieros, frente a aquellas empresas que invierten importes de dinero muy elevados en la tecnología de sus infraestructuras. Por esto, es importante desarrollar una buena comprensión de las diferentes estrategias de adopción y correcta gestión de este tipo de tecnologías, determinando el impacto que esto conlleva a cada uno de los procesos que componen una organización frente a las amenazas o vulnerabilidades que puedan surgir durante este proceso.

---

<sup>3</sup> (Mell & Grance, 2011)

Para las organizaciones debe ser de suma importancia entender que la adopción de un modelo o servicio de nube conlleva a la automatización de sus procesos. Por medio de este documento se pretende apoyar a las pymes a través de estrategias que permitan una correcta adopción a la computación en la nube de forma eficaz y segura.

La estructura del presente artículo es la siguiente: en la sección 2 se presenta la metodología; en la sección 3 se fundamenta el marco general para contextualizar acerca del concepto de computación en la nube, sus diferentes modelos de servicio e implementación y también algunos modelos que permiten determinar el grado de madurez en cada uno de los procesos que conforman una compañía; luego, en la sección 4, se propone el modelo de madurez y la herramienta de diagnóstico considerados por los autores de esta revisión documental como los más óptimos para evaluar los procesos de las pymes y determinar su grado de adaptabilidad a los servicios que ofrece la nube; en la sección 5 se presentan diferentes recomendaciones siguiendo las buenas prácticas existentes para procesos de migración a la computación en la nube; y por último, en la sección 6, se presentan las conclusiones.

## **Metodología**

Por medio del presente artículo, se pretende proponer un modelo de madurez y una metodología de diagnóstico que permitan evaluar las áreas que conforman una pyme, de modo que se logre determinar cuál es el nivel de adaptabilidad para migrar sus servicios a la computación en la nube. Finalmente, se recomendará sobre los beneficios que pueden obtener las pymes al utilizar este tipo de metodologías que ayudan a tener un mayor conocimiento del estado actual y el diseño de estrategias para la toma de decisiones, basado en las buenas prácticas existentes.

## **Marco teórico.**

A continuación, se presentan algunas de las definiciones importantes relacionadas al concepto de computación en la nube y modelo de madurez:

**Almacenamiento en la nube:** Es el servicio que permite contar con un espacio en una ubicación remota, con el fin de guardar información que pueda ser accedida en cualquier momento a través de internet u otra red<sup>4</sup>.

**Ancho de banda:** Se define como la capacidad de la transferencia de datos en su máximo nivel, a través de un sistema de comunicación digital como, por ejemplo, una red o una conexión a internet. El ancho de banda normalmente se mide en Megabits por segundo (Mb/s)<sup>5</sup>.

**Centro de datos:** Es la instalación física donde reposan cada uno de los componentes computacionales asociados a las operaciones de una compañía, los cuales se encuentran enfocados en diferentes actividades como almacenamiento, gestión y despliegue de la información<sup>6</sup>.

**Equipo de red:** Son los diferentes artefactos físicos electrónicos que permiten la conexión y transferencia de información a través de la red<sup>7</sup>.

**Proceso:** Conjunto de actividades estructuradas y medibles diseñadas para producir un resultado específico para un cliente o mercado. También se asocia a cualquier actividad que emplea un insumo agregándole valor a éste y suministrando un producto a un cliente externo o interno<sup>8</sup>.

---

<sup>4</sup> (Antonilez Diaz & Ruda Cleves, 2015)

<sup>5</sup> (Paspuel Fraga, 2014)

<sup>6</sup> (Díaz & Muñoz, 2018)

<sup>7</sup> (Sosa Valdez, 2019)

**Tipos de procesos:** Una organización debe definir una cadena de valor que le permita identificar los diferentes procesos que interactúan en la compañía. Estos procesos se clasifican en tres grupos: estratégicos, operativos y de apoyo. El primer grupo está compuesto por aquellos procesos que inciden y determinan el direccionamiento estratégico del negocio; el segundo, por aquellos que interactúan y desarrollan el producto o servicio, y el tercero, por aquellos encargados de la gestión de recursos, la medición, el análisis y la mejora <sup>9</sup>.

**Nube:** Tecnología que permite ofrecer una variedad de servicios de computación por medio de internet<sup>10</sup>.

**Proveedor de servicios en la nube:** Son compañías que se encargan de ofrecer diferentes entornos tecnológicos, poniendo a disposición cada una de las plataformas, infraestructuras o servicios a cada uno de los consumidores a través de la red<sup>11</sup>.

**TIC:** Se define las tecnologías de la información y la comunicación como las diferentes herramientas tecnológicas que permiten el procesamiento, almacenamiento y transmisión de la información<sup>12</sup>.

**Virtualización:** Consiste en el proceso de combinar hardware y software con el objetivo de crear un componente tecnológico, como lo puede ser una plataforma de hardware, un sistema operativo o cualquier otro recurso de red<sup>13</sup>.

**Pyme:** Término que hace referencia a una micro, pequeña y mediana empresa<sup>14</sup>.

**COBIT:** Es un modelo para auditar la gestión y control de los sistemas de información y tecnología, orientado a todos los sectores de una organización, es decir, administradores IT, usuarios y por supuesto, los auditores involucrados en el proceso<sup>15</sup>.

**PAM:** Process Assessment Model (Modelo de Evaluación de Procesos)<sup>16</sup>

**EFQM:** Modelo Fundación Europea para la Gestión de la Calidad (European Foundation Quality Management)<sup>17</sup>.

**ISACA:** - Asociación de Auditoría y Control de Sistemas de Información: Una asociación internacional que apoya y patrocina el desarrollo de metodologías y certificaciones para la realización de actividades auditoría y control en sistemas de información<sup>18</sup>.

## ¿Qué es la computación en la nube?

El concepto de computación en la nube se encuentra definido como un modelo que permite acceder a diferentes recursos compartidos bajo demanda a través de la red. Dentro de estos se pueden

---

<sup>8</sup> (Aguirre Mayorga & Córdoba Pinzón, Diagnóstico de la Madurez de los Procesos en Empresas Medianas Colombianas, 2008)

<sup>9</sup> (Aguirre Mayorga & Córdoba Pinzón, Diagnóstico de la Madurez de los Procesos en Empresas Medianas Colombianas, 2008)

<sup>10</sup> (Díaz Salas, 2019)

<sup>11</sup> (Rozo Rengifo, Rodríguez Kattah, & Blandón Bermúdez, 2018)

<sup>12</sup> (Gómez Muñoz, Briceño Pira, & Flórez Romero, 2019)

<sup>13</sup> (Loo Cuya & Rojas Solorzano, 2018)

<sup>14</sup> (Toro Velez & Hoyos Ospina, 2013)

<sup>15</sup> (Azañedo Silva, Bermudez Corzano, & Cueva Zuñiga, 2016)

<sup>16</sup> (Ricardo Lorenzo, 2019)

<sup>17</sup> (Ricardo Lorenzo, 2019)

<sup>18</sup> (Azañedo Silva, Bermudez Corzano, & Cueva Zuñiga, 2016)

encontrar redes, almacenamiento, servidores, aplicaciones y servicios, los cuales pueden ser rápidamente asignados y liberados con una gestión mínima por parte del proveedor, como del consumidor<sup>19</sup>.

Al acceder a este tipo de tecnologías, el cliente final se libra de poseer una infraestructura tecnológica específica para poder utilizar una aplicación que normalmente funcione en su ambiente, y, por el contrario, solo va a necesitar un navegador web con una conexión a internet estable que le permita acceder a cada uno de los servicios contratados en la nube sin importar el lugar o el momento, logrando satisfacer cada una de sus necesidades de forma eficiente. Todo esto puede lograrse sin necesidad de invertir en costosos artefactos tecnológicos o softwares que permitan la usabilidad y mantenimiento de las aplicaciones que estos posean.

Según el National Institute of Standards and Technology (NIST), en la definición de computación en la nube realizada por Mell & Grance<sup>20</sup>, esta tecnología se encuentra conformada por cinco características esenciales, tres modelos de servicio y cuatro modelos de implementación. Estas características son:

1. **Autoservicio bajo demanda (On-Demand Self-Service):** El cliente puede acceder y gestionar cada uno de sus recursos y servicios en la medida que vaya surgiendo la necesidad, sin la intervención del proveedor de nube.
2. **Acceso amplio a la red (Broad Network Access):** Los servicios están en la red y por lo tanto deben estar disponibles para ser utilizados en diferentes tipos de dispositivos, ya sea en computadores portátiles, computadores de escritorios, tabletas y smartphones.
3. **Conjunto común de recursos (Resource Pooling):** El proveedor debe tener recursos físicos y virtuales reunidos, con una estructura donde se puedan asignar y reasignar según las necesidades del consumidor.
4. **Rápida elasticidad (Rapid Elasticity):** Las capacidades se abastecen y liberan de forma transparente para el consumidor, es decir, la capacidad de expandir o reducir recursos dependiendo de la demanda, simulando ser ilimitadas para el cliente, que pueden adquirirse en cualquier cantidad y momento.
5. **Servicio medible (Measured Service):** Los sistemas de nube pueden controlarse y optimizarse con base en las mediciones asociadas a las capacidades del servicio y deben ser visibles tanto para el proveedor, como el consumidor. De este modo no es necesario pagar por los servicios que no se usan, por el contrario, solo se miden aquellos servicios utilizados durante cierto periodo de tiempo.

Para entender cómo es el funcionamiento de la computación en la nube, es importante reconocer cuáles son los 3 modelos de servicio que se prestan a través de esta tecnología<sup>21</sup>:

1. **Software como Servicio (Software as a Service o SaaS):** Se refiere a plataformas que se ejecutan en la nube y que se encuentran accesibles desde diferentes tipos de dispositivos con conexión a internet. Estas pueden ser consumidas a través de navegadores web o programas especializados. Algunos ejemplos muy comunes de servicios de tipo SaaS son: correo electrónico, herramientas de facturación, aplicaciones de colaboración, aplicaciones de ventas y software para gestionar recursos humanos.
2. **Plataforma como Servicio (Platform as a Service o PaaS):** A través de este modelo se dispone de un entorno que ya se encuentra preparado por parte del proveedor de nube, el cual tiene la capacidad de desplegar las diferentes aplicaciones que fueron creadas o

---

<sup>19</sup> (Mell & Grance, 2011)

<sup>20</sup> (Mell & Grance, 2011)

<sup>21</sup> (Rozo Rengifo, Rodríguez Kattah, & Blandón Bermúdez, 2018)

adquiridas por el consumidor. El consumidor no tiene privilegios de administración o control de la infraestructura de nube, lo que incluye elementos como la red, servidores, sistemas operativos o el almacenamiento, pero ejerce control sobre las aplicaciones desplegadas y posibles ajustes de configuración para el entorno de cada aplicación. Bases de datos, herramientas de desarrollo y servidores web, pueden catalogarse como los servicios más comunes prestados en este tipo de modelo.

3. **Infraestructura como Servicio (Infrastructure as a Service o IaaS):** Por medio de este modelo de servicio, el consumidor podrá acceder a diferentes recursos como servidores, unidades de almacenamiento o redes. Básicamente al contratar este tipo de servicios, los recursos asignados no se encontrarán físicamente en las instalaciones del cliente, ahorrando costos en la adquisición de este tipo de equipos o en la actualización de estos. Dentro de los recursos más comunes en este tipo de servicio se encuentran máquinas virtuales, servidores de almacenamiento, balanceadores de carga, equipos de comunicaciones y firewalls.

Por último, encontramos los siguientes modelos de implementación<sup>22</sup>:

1. **Nube privada:** Este tipo de implementación de nube es gestionada y utilizada únicamente por una organización. La gestión puede ser ofrecida a través de un tercero, pero supervisada directamente por la organización que la consume. Además, la nube puede encontrarse dentro de las instalaciones del cliente o fuera de las mismas.
2. **Nube pública:** Se encuentra abastecida para un público en general, donde la información se encuentra almacenada en más de un centro de datos que puede encontrarse ubicado en diferentes localizaciones geográficas. El mantenimiento y funcionamiento de la infraestructura es responsabilidad directa del proveedor.
3. **Nube comunitaria:** Dentro de su composición, la infraestructura de este tipo de nube se encuentra preparada para ser consumida de forma exclusiva por una comunidad de organizaciones que tienen objetivos en común. Puede ser administrada por organizaciones integrantes de la comunidad o por terceros, además, ésta puede encontrarse dentro o fuera de las instalaciones.
4. **Nube híbrida:** Es una composición de dos o más nubes (privada, pública, comunitaria), pero unidas por tecnologías estándar que permiten la portabilidad de datos y aplicaciones.

### **Modelos de madurez.**

Los modelos de madurez tienen como objeto hacer métricas y evaluaciones de los procesos de la organización para dar cumplimiento a los objetivos. Para que un modelo de madurez sea confiable debe cumplir con un sistema de medición que debe iniciarse con la definición de los procesos y elementos a medir partiendo de lo general a lo específico<sup>23</sup>.

Los modelos de madurez ayudan a las empresas a tener una valoración del estado actual de los procesos mediante herramientas de diagnósticos que permitan la toma de decisiones. Estos modelos permiten el cumplimiento del control de calidad, el mejoramiento continuo de los procesos y la satisfacción de los objetivos de las áreas.

Para el desarrollo de un modelo de madurez en una pyme, es necesario identificar las áreas que componen la empresa y los procesos o servicios que hacen parte de los objetivos estratégicos. Posteriormente, definir los procesos a evaluar y diseñar preguntas de acuerdo con el tamaño de la empresa (grande, mediana o pequeña) que puedan precisar la situación real. Este análisis<sup>24</sup>

---

<sup>22</sup> (Báez García, 2015)

<sup>23</sup> (Montaño Arango, Corona Armenta, & Medina Marín, 2007)

<sup>24</sup> (Rohvein, y otros, 2019)

permitirá a las organizaciones reconocer cuánto y cómo avanzar, proporcionando una visión de medidas que pueden adoptarse.

Como lo menciona López Valerio<sup>25</sup>, el análisis de los procesos es el punto de partida para que las organizaciones adopten un modelo de madurez que permita identificar inconsistencias para convertirlas en ciclos de mejoramiento continuo, fundamentadas en las buenas prácticas establecidas en los diferentes marcos de trabajo que se abordarán a lo largo del artículo.

De acuerdo a los diferentes estándares reconocidos, como CMMI o COBIT 5, cuentan con escalas de medición para determinar el nivel o grado de madurez en que se encuentra la organización o los procesos. Estos modelos buscan ofrecer buenas prácticas para dar cumplimiento a los objetivos estratégicos del negocio basado en la calidad de los procesos, satisfacer las necesidades de la empresa y ganar reconocimiento en el gremio de las pymes.

**Modelo de Madurez basado en CMMI.** CMMI (Capability Maturity Model Integration) es un conjunto de buenas prácticas que ayudan a los procesos más críticos de las empresas a determinar el nivel de madurez. Se desarrolló para facilitar y simplificar la adopción de varios modelos de forma simultánea y es la evolución de sus predecesores CMM-SW, SE CMM y PD CMM<sup>26</sup>.

El propósito de CMMI es motivar a las compañías a monitorear y controlar los procesos mediante una escala de cinco niveles que permiten lograr los objetivos de calidad, satisfacer las necesidades de la organización, generar productos con alta calidad, incrementar participación en el mercado y mejoramiento continuo en el ciclo de procesos. La norma establece 25 áreas de proceso distribuidas según la siguiente tabla.<sup>27</sup>:

### **Tabla 1. Organización de las áreas de proceso CMMI**

---

<sup>25</sup> ( López Valerio, 2019)

<sup>26</sup> (Palacios López & Gisbert Soler, Metodología de aplicación de CMMI servicios en pequeñas y medianas empresas., 2017)

<sup>27</sup> (Bourrouett Vásquez, Desarrollo e implementación del Modelo de Madurez CMMI nivel 3 en la empresa Novacomp, 2017)

Nivel	Enfoque	Acronimo	Area de proceso
Nivel 2	Administración básica de proyectos	REQM	Gestión de requerimientos
		PP	Planeación del proyecto
		PMC	Monitoreo y control del proyecto
		SAM	Administración de acuerdos de proveedores
		MA	Medición y análisis
		PPQA	Garantía de calidad del producto y proceso
Nivel 3	Estandarización de procesos	CM	Gestión de configuración
		RD	Desarrollo de requisitos
		TS	Soluciones técnicas
		PI	Integración del producto
		VER	Verificación
		VAL	Validación
		OPF	Enfoque de procesos organizacionales
		OPD	Definición de procesos organizacionales
		OT	Capacitación organizacional
		IPM	Administración del proyecto integrado
		RSKM	Administración de Riesgos
		IT	Equipo de trabajo integrado
		ISM	Administración de proveedores integrados
DAR	Análisis de decisión y resolución		
OEI	Ambiente organizacional para la integración		
Nivel 4	Administración cuantitativa	OPP	Desempeño de procesos organizacionales
		QPM	Administración cuantitativa del proyecto
Nivel 5	Mejoramiento continuo de los procesos	OID	Innovación organizacional y aplicación
		CAR	Análisis causal y resolución

Fuente (Bourrouett Vásquez, 2017)

## Modelo de madurez COBIT 5.

COBIT 5 es un marco de trabajo que cuenta con 6 niveles<sup>28</sup> para medir la capacidad de los procesos específicos de una organización. Estas mediciones permiten determinar si la capacidad actual del proceso corresponde a la capacidad deseada, es decir, si el proceso es capaz de cumplir con su propósito y los resultados esperados.

Para cumplir con el propósito de medición, es necesario realizar la evaluación de la capacidad del proceso. COBIT 5 cuenta con guías de evaluación, tales como guía de autoevaluación, guía del asesor y kit de programas de herramientas de evaluación, que se encuentran alineadas con la norma internacional ISO 15504 para la medición de capacidad, madurez de los procesos y mejoramiento continuo<sup>29</sup>.

COBIT 5 toma como referencia la segunda parte de la ISO 15504 que proporciona los requisitos mínimos que deben cumplirse para realizar la evaluación, esto con la finalidad de poder asegurar el nivel de consistencia y capacidad de repetición de la evaluación realizada.

ISO 15504 proporciona un marco de medición para la capacidad de los procesos, e identifica y establece los requisitos a cumplir con respecto a la verificación de conformidad con un proceso de evaluación. Ricardo Lorenzo<sup>30</sup> menciona que los indicadores de evaluación muestran como resultado determinar el grado en el cual un proceso cumple el propósito y los datos que caracterizan el proceso evaluado.

De acuerdo a lo mencionado, tenemos un proceso de evaluación que considera dos dimensiones: la primera dimensión es el modelo de proceso de referencia utilizado por COBIT 5 que establece el conjunto de procesos con sus propósitos y resultados esperados para cada uno de los procesos, y la segunda dimensión, que hace referencia al marco de medición de capacidad utilizado por la ISO

<sup>28</sup> (Castillo Carvajal, Andrés Castillo, & Oscar Alfonso, 2019)

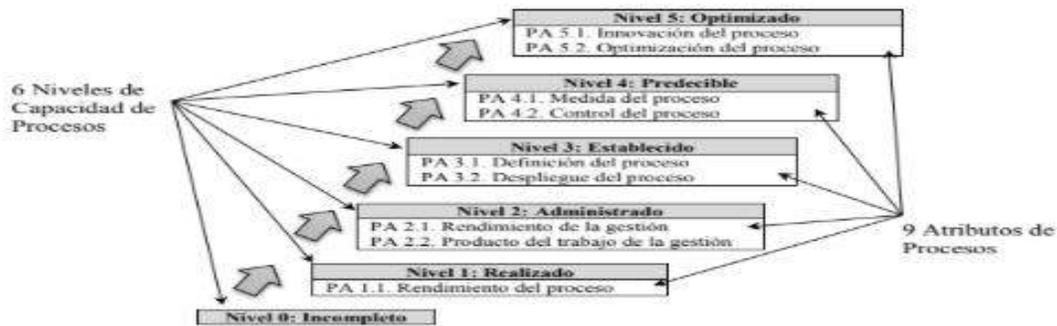
<sup>29</sup> (Agreda Abanto, 2016)

<sup>30</sup> (Ricardo Lorenzo, Modelo de Evaluación de Procesos de TI basado en COBIT 5 PAM, CMMI Y EFQM, 2019)

15504 y mide 6 niveles de capacidad para cada uno de los niveles, encontraremos los atributos de proceso y escalas de calificación para cada uno de los atributos.

Para evaluar la capacidad de los procesos, COBIT 5 los mide de acuerdo con los 6 niveles de ISO 15504. La evaluación puede realizarse seleccionando uno de los procesos de la empresa y de forma individual, no es necesario evaluarlos al mismo tiempo.

Otro factor importante es conocer el nivel actual del proceso a evaluar, para esto COBIT 5 utiliza los Atributos de Procesos (PA), que según Agreda Abanto (2016), se utilizan para medir si los propósitos se están cumpliendo. Al final de la evaluación, se obtienen los resultados donde se indica el nivel alcanzado de manera individual por cada uno de los procesos. Ver Figura 2.



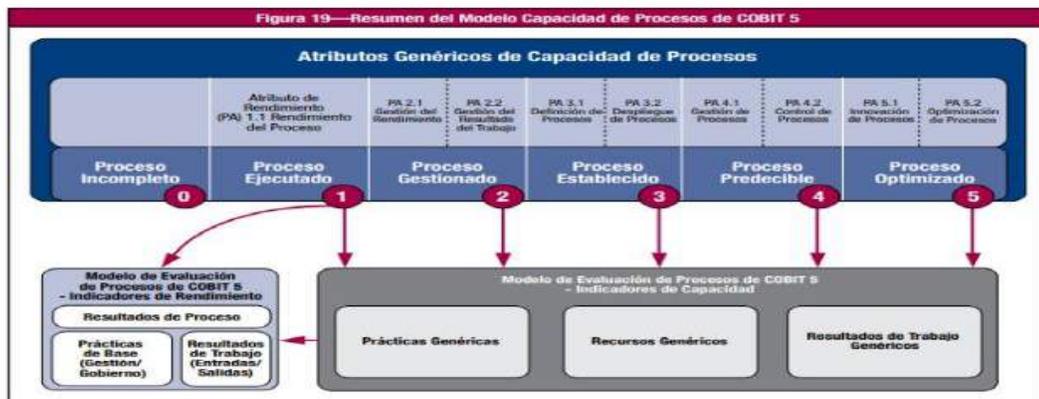
**Figura 1. Atributos de proceso**  
Fuente: (Ricardo Lorenzo, 2019)

**Escala de evaluación:**

**Capacidad del nivel 1:** Los indicadores son específicos para cada proceso y se evalúa si el siguiente atributo se ha logrado.

**Capacidad de los niveles del 2 al 5:** La evaluación de la capacidad se basa en indicadores de proceso de rendimiento genérico.

Resumen general de capacidad de procesos de COBIT 5 ver figura 3.<sup>31</sup>



**Figura 2. Modelo de referencia de proceso COBIT 5 (PRM).**  
Fuente: (Castillo Carvajal, Andrés Castillo, & Oscar Alfonso, 2019)

Según la gráfica, el modelo de evaluación de procesos de COBIT5 proporciona los indicadores de desempeño e indicadores de capacidad que deben tenerse en cuenta para evaluar cada uno de los niveles de capacidad y sus atributos de procesos.

<sup>31</sup> (Castillo Carvajal, Andrés Castillo, & Oscar Alfonso, 2019)

**Tabla 2 Niveles de capacidad de procesos**

Nivel de capacidad del proceso	Capacidad
0 (Incompleto)	El proceso no se ejecuta o no logra su propósito. En este nivel, hay poca o ninguna evidencia de los logros de la finalidad proceso.
1 (Realizado)	El proceso implementado logra su propósito.
2 (Administrado)	El proceso realizado ahora se implementa de una manera administrada (planeada, monitoreada y ajustada) y sus productos o resultados se establecen adecuadamente, se controlan y mantienen.
3 (Establecido)	El proceso gestionado ahora se implementa mediante un proceso definido que es capaz de lograr los resultados definidos del proceso.
4 (Predecible)	El proceso establecido ahora opera dentro de los límites definidos para lograr sus resultados del proceso (se mide).
5 (Optimizado)	El proceso predecible se mejora continuamente para satisfacer los objetivos de negocio actual y proyectado.

**Fuente:** (Ricardo Lorenzo, 2019)

### **Modelo de Madurez de Infraestructura y Operación (I&O).**

A través de este modelo, las organizaciones pueden realizar una autoevaluación con el objetivo de diseñar un plan estratégico que ayude a la reducción de costos en infraestructura, aumentar la agilidad de los procesos y mejoramiento de los diferentes servicios de gestión. Todo esto con respecto a las personas, los procesos, las tecnologías y la gestión empresarial, estableciendo una ruta que permita aumentar los niveles de madurez para alinear cada uno de los componentes del negocio y contribuyendo al progreso de la organización.<sup>32</sup>

Gartner define dentro de su modelo seis niveles de madurez que se describen a continuación<sup>33</sup>:

- **Nivel 1, Sobreviviente:** Poca atención a la infraestructura de TI y las operaciones.
- **Nivel 2, Conciencia:** Se establece la comprensión de que la infraestructura y las operaciones son críticas para la compañía, y se empiezan a tomar acciones (en personas, organización, procesos y tecnologías) para obtener control operativo y visibilidad.
- **Nivel 3, Compromiso:** Mudarse a un entorno administrado, por ejemplo, en los procesos del día a día de soporte de TI o en la mejora del éxito en la gestión de proyectos, para orientarse al cliente y aumentar su satisfacción.
- **Nivel 4, Proactivo:** Ganar eficiencia y calidad de servicio a través de la normalización, el desarrollo de políticas, las estructuras de gobierno y la implementación de procesos interdepartamentales proactivos, como la gestión de los cambios e implementación de versiones.
- **Nivel 5, Alineado al Servicio:** Gestión de TI como un negocio, centrada en el cliente, la calidad de procesos, competitiva y confiable al proveedor de servicios de TI.
- **Nivel 6, Socio del Negocio:** Socio de confianza para la empresa, de manera que pueda aumentar el valor y la competitividad de los procesos de negocio, así como el negocio en su conjunto.

En la figura se detallan cada uno de los niveles de madurez definidos dentro del modelo, con respecto a cada uno de los componentes fundamentales del mismo<sup>34</sup>:

<sup>32</sup> (López Moreno & Sánchez Patiño, 2012)

<sup>33</sup> (Nailor Pedrini & Frederico, 2018)

<sup>34</sup> (Scott, Pultz, Holub, Bittman, & McGuckin, 2007)

**Tabla 3. Niveles del modelo de madurez de I&O de Gartner**

	Survival	Awareness	Committed	Proactive	Service-Aligned	Business Partnership
People	No organizational focus on IT infrastructure and operations	Defined, technology-centric organization for IT infrastructure and operations	Technology-centric organization; investment in IT service desk function and staff	Process-centric organization, defined governance structure	Customer- and business-focused, IT service and delivery-centric organization, formal governance	Business optimization and entrepreneurial focused culture
Process	No formal IT processes for IT infrastructure and operations	Ad hoc, but aware that processes are necessary; dependent on tools to implement de facto processes	Defined processes for IT service support and project management	Repeatable and individually automated; focus on IT service delivery-related IT processes	Integrated, automated and extended beyond I&O; focus on all service and business management processes	Dynamic optimization of IT services, implement processes fostering business innovation
Technology	No formal strategy or execution on technology investments	Basic management tools; no formal infrastructure hardware or software standards	IT support and project-related management tools; desktop hardware/software standards defined; begin infrastructure standardization/rationalization	Formal infrastructure standards and policies; process and domain-centric management tools; virtualization foundation in place	Formal IT management process/tools infrastructure, shared services; aggregated capacity management	Proactively promoting new technologies and impact to business; real-time infrastructure
Business Management	No formal IT business management functions	Very little outside of budgeting	Project management office	Financial management, formal key performance indicators	IT service cost metrics, competitiveness	Business contribution metrics
	Level: 0	1	2	3	4	5

**Fuente:** (Scott, Pultz, Holub, Bittman, & McGuckin, 2007)

### Estrategias del modelo de adopción.

Este artículo está basado en una revisión bibliográfica en la que se investigan varios de los artículos que explican y definen los conceptos de computación en la nube y algunos de los modelos de madurez más reconocidos: CMMI, I&O y COBIT 5 alineado a la ISO 15504. Se identifica que estos modelos están enfocados a encontrar el grado de madurez de las empresas, a través de diferentes estrategias propuestas en cada uno de ellos. Sin embargo, existen algunas particularidades definidas por los diferentes autores que hacen que el modelo sea más fácil o complejo de implementar.

Palacios López y Gisbert Soler (2017)<sup>35</sup> identifican que CMMI es un modelo cuyo principal enfoque es ayudar a medir o establecer qué tan madura es la forma de trabajo de una organización, con base en las prácticas que incluye. Este modelo está basado en 5 niveles de madurez que permiten a las organizaciones saber en qué estado se encuentran sus procesos. Como lo mencionan en Bourrouett Vásquez (2017)<sup>36</sup>, el modelo incluye una serie de áreas de procesos claves, los cuales están compuestas de metas específicas y metas generales. Las metas específicas pertenecen a cada una de las áreas e indican qué es lo que se encuentra persiguiendo esa área en particular. Por su parte, las metas generales se encargan de englobar todo el modelo a toda la organización.

Dentro de las ventajas o fortalezas, se destaca como un modelo sólido en el que cada uno de los procesos que componen CMMI sean repetibles por las diferentes prácticas de institucionalización, exigiendo una transición del aprendizaje individual al aprendizaje organizacional<sup>37</sup>. Adicionalmente, aporta una guía de buenas prácticas que indican a una organización de forma escalonada todo lo que se debería realizar para el mejoramiento y crecimiento de los diferentes componentes que se estén evaluando.

En cuanto a las debilidades, se menciona que CMMI es demasiado pesado y detallado por la cantidad de documentación que debe de crearse al momento de seguir cada uno de los lineamientos que este especifica. Para algunas organizaciones es difícil de comprender, pues lo ven como una imposición del proceso por lo que debe de seguirse tal cual se indica en el modelo, no permite realizar adecuaciones durante su ejecución porque esto implicaría gastar una serie muy larga de tiempo afectando a cada uno de los involucrados en el proceso.

<sup>35</sup> (Palacios López & Gisbert Soler, METODOLOGÍA DE APLICACIÓN DE CMMI SERVICIOS EN PEQUEÑAS Y MEDIANAS EMPRESAS, 2017)

<sup>36</sup> (Bourrouett Vásquez, Desarrollo e implementación del Modelo de Madurez CMMI nivel 3 en la empresa Novacom, 2017)

<sup>37</sup> (Páez, Rohvein, Paravie, & Jaureguiberry, 2017)

Por otra parte, el modelo de madurez de infraestructura y operaciones I&O propuesto por Gartner<sup>38</sup>, está integrado por 6 niveles en donde se recomienda evaluar la madurez con respecto a diferentes factores importantes dentro de las organizaciones, como lo son las personas, los procesos, la tecnología y la administración del negocio.

Para el éxito de su ejecución, estos cuatro aspectos deben de ir alineados a medida que aumenta el nivel madurez de la infraestructura y las operaciones de una compañía, ofreciendo una economía eficiente, calidad en el servicio, satisfacción del cliente y agilidad y contribución al negocio. No obstante, el autor también reconoce que no todos estos aspectos tienden a moverse a la misma velocidad y si alguno llega a sufrir un tipo de retraso que sea permanente, puede afectar al resto de los componentes y generar consecuencias negativas en lo que refiere a los beneficios de madurez propuestos por la organización.

Es importante resaltar que este modelo depende enormemente de la inclusión de la tecnología para su correcto funcionamiento, puesto que uno de los principales motivos para que este marco de referencia se vea afectado son los diferentes cambios tecnológicos a los que se enfrentan las empresas en la actualidad, conllevando al restablecimiento de los niveles de madurez en cada uno de los procesos.

COBIT 5 es un marco de trabajo orientado a las buenas prácticas para gobierno y gestión de TI donde el principal enfoque es medir y evaluar la capacidad de los procesos que componen una organización. En Diseño de un Modelo de TI aplicando COBIT 5 para PYMES en Quito-Ecuador<sup>39</sup>, donde se investigó la aplicación COBIT 5 para las pymes de Ecuador, se indica que aplicar la metodología permite alinear los objetivos de TI con las metas del negocio y de esta manera, generar valor en el mejoramiento continuo de los procesos y el cumplimiento del propósito de los objetivos organizacionales.

De acuerdo con estudios documentales, se identifica que existen modelos de evaluación de capacidad de procesos principalmente reconocidos en el mercado, como lo son COBIT 5 PAM y CMMI, que se encuentran entre las metodologías más usadas por las empresas.

Basados en el artículo Modelo de Evaluación de Procesos de TI basado en COBIT 5 PAM, CMMI Y EFQM<sup>40</sup>, se menciona que tanto COBIT 5 PAM, como CMMI se enfocan en realizar medición y evaluación de procesos, pero hace referencia a la existencia de algunas diferencias. COBIT 5 PAM se enfoca en seleccionar uno o un conjunto de procesos de un área organizacional para medir la capacidad y el grado de madurez del proceso de acuerdo con el alcance y propósito, mientras que CMMI<sup>41</sup> es un marco de referencia que se encarga de medir la capacidad de la organización, proporcionando una base para la madurez de la misma y estableciendo una guía de implementación que se encuentra detallada en el marco teórico.

Basado en la revisión documental realizada en Computación en la nube: diseño de una guía de adopción aplicando elementos de gestión y gobierno de TI,<sup>42</sup> nuestra propuesta de metodología para evaluar el grado de madurez de las pymes es utilizar COBIT 5 PAM, porque es una metodología de procesos que abarca ciertos estándares y mejores prácticas de otros modelos, tal como CMMI que comparte el mismo estándar de ISO 15504. Adicionalmente, COBIT 5 no solo abarca las prácticas relacionadas a desarrollo de software como lo ofrece CMMI, sino también algunas buenas prácticas asociadas a gobierno de TI y gestión de TI. Igualmente, COBIT 5 hace cobertura para ser utilizado por los diferentes estándares, como lo son ISO 15504-ISO 27001 entre otros.

## **Herramientas de adopción.**

---

<sup>38</sup> (Scott, Pultz, Holub, Bittman, & McGuckin, 2007)

<sup>39</sup> (Llerena Guerra, 2018)

<sup>40</sup> (Ricardo Lorenzo, 2019)

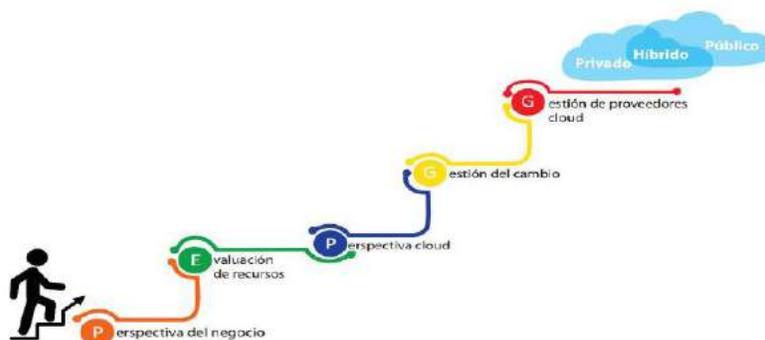
<sup>41</sup> (López Valerio, 2019)

<sup>42</sup> (Vendries Ramirez, 2015)

Este capítulo expone algunas de las herramientas de diagnóstico para una correcta adopción en la nube propuestas por los autores López Moreno & Sánchez Patiño, (2012)<sup>43</sup> y Azañedo Silva, Bermudez Corzano, & Cueva Zuñiga, (2016)<sup>44</sup>, las cuales se encuentran basadas en el modelo propuesto en el marco referencial COBIT 5 e I&O.

### Propuesta de metodología para la adopción de plataforma cloud computing en entidades públicas.

Los autores Azañedo Silva, Bermudez Corzano, & Cueva Zuñiga, (2016)<sup>45</sup>, proponen una metodología de diagnóstico que tenga en cuenta criterios esenciales como la tecnología, la institución y la organización. Además, se encuentra basada en 5 niveles segmentados por etapas, las cuales se encargan de definir los objetivos y herramientas que permitirán lograr un resultado que cumpla con las metas de transición a la computación en la nube establecidas por la organización ver figura 6:



**Figura 3. Metodología para la Adopción de Plataforma Cloud**  
Fuente: (Harold Martín, Nestor Dino Giuseppe, & Corzano Zuñiga, 2016)

#### Etapa 1.

**Perspectiva del negocio:** Conocer la situación actual del negocio, considerando las herramientas de gestión institucionales y la visión de los usuarios, clientes y técnicos de TI.

**Etapa 1.1 Herramientas de gestión:** Información relevante de todos los activos de TIC que pertenecen a cada uno de los procesos de la organización para la adopción de cloud computing:

- Matriz de Registro de Interesados.
- Matriz de Clasificación de Interesados.
- Matriz de Estrategia de Interesados.
- Inventario de activos tecnológicos.
- FODA (Fortalezas y Debilidades).
- Matriz de necesidades Cloud.

**Resultado:** Listado detallado de cada uno de los activos de TI, relación de los interesados e impactos a la hora de toma de decisiones.

**Etapa 1.2 Perspectiva:** Se enfoca en obtener la visión de los interesados y las restricciones que valoran los responsables de TI. Para el desarrollo de esta subetapa, se utilizan herramientas de apoyo como encuestas y entrevistas a cada uno de los interesados.

**Resultado:** Obtener estadísticas e indicadores de la percepción externa e interna para la adopción de Cloud Computing.

<sup>43</sup> (López Moreno & Sánchez Patiño, 2012)

<sup>44</sup> (Azañedo Silva, Bermudez Corzano, & Cueva Zuñiga, 2016)

<sup>45</sup> (Azañedo Silva, Bermudez Corzano, & Cueva Zuñiga, 2016)

## **Etapa 2.**

**Evaluación de los recursos:** A través de esta etapa se debe evaluar cuál es el estado actual de los roles, responsabilidades, procedimientos y estructuras, los cuales son comportamientos esenciales que permiten dirigir y controlar a la organización hacia el logro de cada uno de los objetivos propuestos.

### **Etapa 2.1**

**Evaluaciones de los procesos de TI:** Se utiliza el marco de referencia COBIT 5 para determinar el grado de capacidad de la organización basado en ISO 15504. Se plantean diferentes procesos recolectados de cada uno de estos marcos de referencia, los cuales permitirán conocer dónde se encuentra en estos momentos la organización en cuanto a alineación, planificación y organización (APO), construcción, adquisición e implementación (BAI), entrega, servicio y soporte (DSS).

### **Etapa 2.2**

**Evaluación de infraestructura y operación:** Luego de evaluar la capacidad de los procesos propuestos por COBIT, se debe evaluar el nivel de madurez en cuanto a la infraestructura y operación como se indica en Introducing the Gartner IT Infrastructure and Operations<sup>46</sup> sobre cada uno de los componentes de la organización.

#### **Herramientas:**

- Matriz del nivel de madurez.
- Matriz de intersección Nivel de Madurez I&O vs. Procesos COBIT
- Modelo de madurez Garner.
- Evaluación financiera: costo de la implementación.
- Se evalúa el rol tomando como referencia lo documentado y se contrasta contra los costos de adopción nube.

### **Etapa 2.3**

**Evaluación de personal:** En esta etapa, los autores desarrollan una matriz de evaluación dirigida hacia los recursos humanos, que permitirá conocer los roles y responsabilidades del personal de TI.  
Herramienta: matriz de evaluación de roles y responsabilidades.

### **Etapa 2.4**

**Evaluación financiera:** Por medio de esta etapa se evaluará el costo que conllevaría una implementación de cloud computing, basado en diferentes factores, como costo total de propiedad, tasa interna de retorno y retorno de inversión.

**Herramienta:** Evaluar el retorno de inversión (ROI) tomando como referencia el documento “Calcular el ROI de la nube: Desde la perspectiva del cliente”, elaborado por ISACA.

**Resultado:** Hacer una evaluación clara y concisa de cada uno de los procesos, roles, responsabilidades, tecnologías y perspectiva financiera para la adopción de tecnología Cloud.

## **Etapa 3**

---

<sup>46</sup> (Scott, Pultz, Holub, Bittman, & McGuckin, 2007)

**Perspectiva de cloud:** Definir a dónde se quiere llegar con respecto a la implementación de computación en la nube propuesta por la organización. Esta etapa se contrasta con el resultado de la etapa anterior en donde se definen:

- Establecimiento de la dirección clara de la implementación de cloud computing.
- Charlas con el equipo técnico asociadas a los diferentes modelos propuestos por los proveedores de dicha tecnología y a la toma de decisiones que esto conlleva para la compañía.
- Inventario de aplicaciones y criterios a tener en cuenta para migrar a la nube.
- Levantamiento de información con respecto a la cantidad de usuarios.
- Requisitos técnicos de la plataforma.

**Herramientas:**

- Sesiones con el personal estratégico de la compañía.
- Encuestas de perspectiva de cloud.
- Matriz que especifica los servicios candidatos a la nube.

**Resultado:** Definir el alcance de la implementación de cloud en la institución.

## Etapa 4

**Gestión del cambio:** Cubre la capacidad del personal de la organización y la gestión del cambio de funciones que se requieren para la adopción de cloud, a través del establecimiento de un plan de acción que logre cubrir las brechas encontradas en las etapas anteriores. En esta etapa se definen ítems como:

- **Estructuras Organizacionales:** La organización de TI puede necesitar ampliar o modificar su estructura con el fin de adoptar el cloud computing
- **Roles:** Las funciones de TI que se requieren para apoyar la adopción de cloud, deben estar claramente definidas como parte del marco de la dotación de personal.
- **Habilidades y competencias:** Definir las habilidades y competencias que son requeridas por el personal interno y externo.
- **Formación y preparación:** Identificar las brechas entre las competencias requeridas y las que actualmente dispone la organización.
- **Manejo del personal:** Evaluar la cantidad del personal de TI (interna y externa) que se necesita para la adopción de la nube.
- **Organización de la gestión del cambio:** Será gestionado para brindar comunicación y soporte.

**Herramientas:**

- Análisis de brecha (GAP), información de la etapa anterior vs. la etapa actual.
- Análisis de riesgos.

**Resultado:** Plan de trabajo que permita a la organización prepararse para la adopción de cloud computing.

## Etapa 5.

**Gestión de proveedores de servicios cloud:** De acuerdo con la definición del modelo de servicio cloud y el modelo de despliegue cloud que van a adoptar, se ponderan las matrices y se evalúan los proveedores de acuerdo a la matriz desarrollada por Amazon.

**Herramienta:**

- Matriz de evaluación de proveedores desarrollada por Amazon.

**Resultado:** Seleccionar al proveedor cloud idóneo que se convertirá en el proveedor de servicio de la organización.

**Herramienta de apoyo para valorar la adopción efectiva de cloud computing en una organización.**

Los autores López Moreno & Sánchez Patiño, (2012)<sup>47</sup>, indican que una estrategia de adopción de computación en la nube debe estar compuesta por los siguientes aspectos fundamentales para la organización: operación y gobierno, perspectiva técnica y arquitectura, perspectiva financiera y finalmente, el proveedor de servicios de cloud.

Esta herramienta propuesta por los autores López Moreno & Sánchez Patiño, (2012) se fundamenta en analizar la operación y el gobierno de cada uno de sus procesos con el fin de determinar si estos se encuentran lo suficientemente maduros para una adopción de la computación en la nube. También reconocen que realizar un cambio en la forma de operar de la organización afectaría otras dimensiones, tales como procesos, personas y negocio, por lo que es de suma importancia tener en cuenta los aspectos positivos y negativos que acarrearán estas actividades para la organización. A continuación, se definen cada una de las etapas incluidas por los autores en lo que refiere a la operación y el gobierno:

**Etapas 1:**

**Servicios que son candidatos para migrar a la nube:** Identificar qué servicios de la organización son candidatos para migrar, según su criterio y criticidad.

**Herramienta propuesta:** Aplicación de una encuesta en la que se listan los usos típicos de los servicios que componen la nube.

**Tabla 4. Seleccionando Servicios Candidatos para Migrar a Cloud**

ID	Tipo	Identifique la criticidad de cada uno de los siguientes servicios de la organización de igual manera indique si es candidato para migrar	Criticidad		Candidato a Migrar	No Existe en la Organización	NS / NR
			No Crítico	Crítico			
S2	SaaS	Correo Electrónico					
S4	PaaS	Aplicaciones Web 2.0					
S7	IaaS	Ambientes de Desarrollo y Calidad					
S19	IaaS	Aplicaciones de Producción Personalizadas.					

Fuente: (López Moreno & Sánchez Patiño, 2012)

**Etapas 2:**

**Identificar necesidades y motivadores:** Catalogar las diferentes necesidades actuales y cómo la computación en la nube podrá satisfacerlas.

**Tabla 5. Identificando las Necesidades de la Organización**

<sup>47</sup> (López Moreno & Sánchez Patiño, 2012)

ID	Que tan importantes son para su organización las siguientes necesidades:	Nada importante	Poco importante	Importante	Muy importante	NS / NR
1	Generar valor en la utilización de TI					
2	Satisfacer a los usuarios con la calidad de los servicios de TI					
3	Gestionar de manera adecuada el desempeño de TI					
4	Utilizar nuevas tecnologías para nuevas oportunidades estratégicas					

Fuente: (López Moreno & Sánchez Patiño, 2012)

**Tabla 6. Identificando los Motivadores de la Adopción de Cloud Computing**

ID	Tipo	Identifique el nivel de importancia de cada uno de los siguientes beneficios de Cloud en su organización	Nada importante	Poco importante	Importante	Muy importante	NS / NR
F03	Financiero	Reducción de costos por operaciones más eficientes y menor costo de mantenimiento de infraestructura, economías de escala que ofrecen los proveedores de Cloud.					
O03	Organizacional	Oportunidad de ofrecer nuevos productos o servicios, o productos en prueba para medir el interés de los clientes.					
T01	Técnico	Capacidad de dar respuesta a las demandas y flexibilidad en el uso de recursos sin interrupciones o discontinuidad del servicio. Reducción del riesgo por el alto o bajo aprovisionamiento de recursos de infraestructura.					

Fuente: (López Moreno & Sánchez Patiño, 2012)

### Etapa 3:

**Identificar riesgos y valorarlos:** Análisis de riesgos de adopción a la nube según las políticas internas de la organización.

**Herramienta:** Encuesta en la que están los riesgos que implica cloud planteados por ShopForCloud.

**Tabla 7. Identificando y valorando los Riesgos de Cloud**

ID	Tipo	Identifique el nivel de importancia de cada uno de los siguientes Riesgos de Cloud en su organización	Nada importante	Poco importante	Importante	Muy importante	NS / NR
R1	Organizacional	Pérdida de control y de gobernabilidad sobre los recursos (control físico y de gestión), lo cual trae poca claridad en los roles y responsabilidades.					
R12	Legal	Software licenciado sin uso en el modelo Cloud debido a los acuerdos de licenciamiento tradicionales por silla o por CPU					
R21	Seguridad	Ataques de denegación de servicio. Conduce a la falta de disponibilidad de recursos e incrementa la facturación por el uso de Cloud.					
R26	Técnico	Una interrupción del servicio causa una indisponibilidad de los servicios o pérdida de datos.					

Fuentes: (López Moreno & Sánchez Patiño, 2012)

### Etapa 4:

**Evaluar el estado actual de Infraestructura y Operación:** En esta etapa se evalúa el grado de madurez de la organización mediante el marco de trabajo de I&O. A este nivel se propone un plan de trabajo para llegar a un estado óptimo de adopción de los servicios de cloud computing.

**Herramienta:** Elaboración de preguntas que se realizan de acuerdo con el Modelo de Madurez de Infraestructura y Operación de Gartner.

### Etapa 5:

**Preparando la organización para el cambio:** Luego de haber ejecutado cada una de las etapas mencionadas anteriormente, en este punto se analizan cada uno de los datos y la información obtenida previamente, con el fin de desarrollar un plan de trabajo que le permitirá a la organización prepararse para el cambio y determinar si se encuentra o no preparada para una adopción de computación en la nube.

**Resultado:** Listado de subprocesos de TI más relevantes, los cuales apoyan las necesidades, motivadores y mitigantes del riesgo. Además, los subprocesos que apoyan a la organización a alcanzar los niveles de madurez deseados en cada una de sus dimensiones.

Adicionalmente, en Herramienta de Apoyo para Valorar la Adopción Efectiva de Cloud Computing en una Organización<sup>48</sup> se proponen las siguientes fases adicionales que componen la herramienta de diagnóstico:

- La perspectiva técnica y de arquitectura hace un análisis más detallado del servicio a migrar, teniendo en cuenta los aspectos técnicos que sean relevantes a la hora de revisar la dimensión de los diferentes servicios que ofrece la nube.
- Por medio de la perspectiva financiera se recomienda realizar un análisis de costos y una proyección del retorno de inversión (ROI) que pueda generarse para la compañía.
- Evaluar el proveedor de servicios de cloud a través de un riguroso examen, el cual tiene como fin medir su grado de madurez en cuanto a los servicios que ofrece, disponibilidad, costos, continuidad del negocio, confiabilidad, acuerdos de nivel de servicio y otros factores que ayuden a la organización a realizar la mejor selección que se acomode a sus necesidades.

### **Comparación entre herramientas.**

La propuesta de metodología para la adopción de plataforma cloud computing en entidades públicas<sup>49</sup> se apoya del marco de trabajo COBIT 5 e ISO 15504, con el fin de medir la capacidad y el nivel de madurez de los procesos de las organizaciones, enfocándose en que cada uno de estos lineamientos cumplan con los propósitos misionales de gobierno y gestión de TI. Por otra parte, la herramienta de apoyo para valorar la adopción efectiva de cloud computing en una organización<sup>50</sup> solo se basa en las buenas prácticas que recomienda COBIT 5 para medir la capacidad de los procesos en las empresas. Se resalta una similitud entre ambas herramientas, debido a que se apoyan del modelo de madurez de infraestructura de operaciones I&O que propone Gartner.<sup>51</sup>

La herramienta diseñada por Azañedo Silva, Bermúdez Corzano, & Cueva Zúñiga, (2016)<sup>52</sup> contiene diferentes puntos que permiten la capacitación, sensibilización y crear cultura en temas de nube al personal que integra las organizaciones. Por otra parte, los autores mencionan que es muy importante tener en cuenta la opción de contratación de personal con experiencia en computación en la nube, lo que ayudaría a fortalecer su adopción en las empresas. La herramienta de apoyo para valorar la adopción efectiva de cloud computing en una organización<sup>53</sup> también trata el tema de cultura organizacional y sensibilización, sin embargo, es más importante para los autores enfocarse en la capacitación de transformación de procesos, aunque no se tiene en cuenta la idea de contratación del personal con experiencia en la nube que se encargue de transmitir esta ideología a la compañía.

En lo que refiere al manejo de proveedores de nube, lo desarrollado por Azañedo Silva, Bermúdez Corzano, & Cueva Zúñiga, (2016)<sup>54</sup> presenta debilidades al momento de evaluarlos, pues solo se basan en una propuesta de evaluación planteada por el fabricante de servicios tecnológicos Amazon,

---

<sup>48</sup> (López Moreno & Sánchez Patiño, 2012)

<sup>49</sup> (Azañedo Silva, Bermudez Corzano, & Cueva Zuñiga, 2016)

<sup>50</sup> (López Moreno & Sánchez Patiño, 2012)

<sup>51</sup> (Scott, Pultz, Holub, Bittman, & McGuckin, 2007)

<sup>52</sup> (Azañedo Silva, Bermudez Corzano, & Cueva Zuñiga, 2016)

<sup>53</sup> (López Moreno & Sánchez Patiño, 2012)

<sup>54</sup> (Azañedo Silva, Bermudez Corzano, & Cueva Zuñiga, 2016)

mientras que López Moreno & Sánchez Patiño, (2012)<sup>55</sup> exponen un riguroso examen para la evaluación del proveedor de nube, donde su principal característica de selección es que el proveedor de nube cumpla y se adapte a las necesidades de la organización.

La herramienta de apoyo para valorar la adopción efectiva de cloud computing en una organización<sup>56</sup> presenta fortalezas en los instrumentos empleados para el tratamiento de riesgos, protección de datos, cumplimiento de normas y selección del proveedor de nube, los cuales se encuentran distribuidos en tres categorías: organizacionales, técnicos y legales. Estos aspectos e instrumentos deben estar presentes a lo largo de toda la implementación de nube, mientras que la propuesta de metodología para la adopción de plataforma cloud computing en entidades públicas<sup>57</sup> solo gestiona el tema de riesgo en las etapas 3 y 4, haciendo únicamente referencia al uso de matrices de riesgo que permiten categorizarlos e identificarlos, pero no gestionarlos.

A criterio de los autores del presente artículo, la herramienta de diagnóstico más apropiada para las pymes que desean realizar una adopción y transición de sus procesos a la computación en la nube es la propuesta de metodología para la adopción de plataforma cloud computing en entidades públicas<sup>58</sup>, debido a que presenta fortalezas muy importantes en la medición de capacidad y el nivel de madurez de los procesos, utilizando el marco de trabajo COBIT 5 e ISO 15504. Adicionalmente, se apoya del modelo de madurez de I&O para medir el grado de madurez de la infraestructura y operación. Esto puede ayudar enormemente a las pymes, debido a que la mayoría de ellas cuentan con un nivel de madurez mínimo en lo que refiere a sus estructuras y procesos internos, lo cual es un factor que las diferencia enormemente de las grandes compañías e impide que puedan competir frente a estas que sí se encuentran mejor estructuradas.

Adicionalmente, la etapa 3 de la herramienta propuesta presenta un punto de equilibrio, por lo que toma como insumo el resultado de la etapa anterior y, de acuerdo con dicho resultado, se termina el alcance de transición a computación en la nube y genera el plan estratégico para transmitir cultura y sensibilización a toda la organización frente al nuevo modelo de operación.

Otro de los factores importantes en la adopción de esta metodología, es que presenta fortalezas en la gestión del cambio, debido a que tiene como fin involucrar a toda la organización en el proceso de transición a la nube. Además, cuenta con un tratado de capacitación y generación de perfiles de dotación para el personal, lo cual puede ser un factor fundamental, dado que los cambios tecnológicos generan temas de discusión a nivel interno que pueden provocar que la ejecución de los proyectos de adopción de nube no sea tan efectiva y pierda credibilidad.

Finalmente, otro de los aspectos importantes es que si bien la herramienta no cuenta con rigurosidad al momento de evaluar la selección del proveedor de servicios de nube, se considera que el método de evaluación basado en las buenas prácticas recomendadas por el fabricante de soluciones tecnológicas Amazon propuesto por los autores, cumple con los factores que debe de tener en cuenta una pyme al momento de seleccionar el proveedor de servicios de nube que mejor se adapte a los objetivos propuestos.

## **Conclusiones**

- El concepto de computación en la nube está tomando fuerza en la actualidad, ayudando a ahorrar costos a nivel de infraestructura, mejorar la calidad del servicio y lograr mayor competitividad en el mercado. Para las pymes esto es de suma importancia, pues la adopción de este tipo de tecnologías les ayudará a estar al mismo nivel de las grandes empresas que cuentan con el capital suficiente y la estructura adecuada y óptima para operar.
- Para que los servicios ofrecidos por los proveedores de nube sean efectivos, es necesario contar con una guía de buenas prácticas que sean reconocidas en el mercado y que permitan controlar y monitorear cada una de las etapas de adopción, de tal forma que no se conviertan

---

<sup>55</sup> (López Moreno & Sánchez Patiño, 2012)

<sup>56</sup> (López Moreno & Sánchez Patiño, 2012)

<sup>57</sup> (Azañedo Silva, Bermudez Corzano, & Cueva Zuñiga, 2016)

<sup>58</sup> (Azañedo Silva, Bermudez Corzano, & Cueva Zuñiga, 2016)

en una pérdida económica y un dolor de cabeza para cada uno de los interesados en la organización.

- Un factor clave para cualquier pyme es evaluar y medir la capacidad y madurez de sus procesos, enfocándose en aspectos de gestión y gobierno de TI. Adicionalmente, conocer cuál es el grado de madurez de su infraestructura y operación, apoyándose en marcos de trabajo como los que se proponen en el presente artículo, ayudará a la toma de decisiones y poseer un menor riesgo en la adopción y transición a la computación en la nube.

## Referencias

- López Valerio, C. (2019). *Modelo de evaluación de la madurez de las Tecnologías de Información y Comunicación, con base en el modelo de 8 pilares para la gestión, Costa Rica*. Pereira: Google Académico.
- Agreda Abanto, M. E. (2016). *Modelo para la evaluación del nivel de capacidad de los procesos de TI, mediante el marco de referencia COBIT PAM. Caso de estudio empresa Deltron SA – Sucursal Piura*. Lambayeque: Google Académico.
- Aguirre Mayorga, S., & Córdoba Pinzón, N. B. (2008). Diagnóstico de la Madurez de los Procesos en Empresas Medianas Colombianas. *Revista Científica Javeriana*.
- Aguirre Mayorga, S., & Córdoba Pinzón, N. B. (2008). Diagnóstico de la Madurez de los Procesos en Empresas Medianas Colombianas. *Revista Científica Javeriana*.
- Antonilez Díaz, R. O., & Ruda Cleves, J. L. (2015). Almacenamiento en la nube. *Google Académico*.
- Azañedo Silva, H., Bermudez Corzano, N., & Cueva Zuñiga, R. (2016). Propuesta de metodología para la adopción de plataforma cloud computing en entidades publicas. *Google Académico*.
- Báez García, S. (2015). Cloud computing. Oportunidades, retos y caso de estudio. *Google Académico*.
- Bourrouett Vásquez, M. (2017). Desarrollo e implementación del Modelo de Madurez CMMI nivel 3 en la empresa Novacomp. *Google Académico*.
- Castillo Carvajal, C. R., Andrés Castillo, H., & Oscar Alfonso, F. (2019). *Nivel de capacidad en las empresas de acuerdo con COBIT*. Bogotá - Colombia: Google Académico.
- Díaz Salas, L. A. (2019). Estudio de mercado para private cloud computing dirigido al sector empresarial colombiano. *Google Académico*.
- Díaz, O., & Muñoz, M. (2018). Implementación de un enfoque DevSecOps + Risk Management en un Centro de Datos de una organización Mexicana. *Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de Información*.
- Gómez Muñoz, D. P., Briceño Pira, L., & Flórez Romero, R. (2019). Usos de las TIC en preescolar hacia la integración curricular. *Google Académico*.
- Harold Martín, A., Nestor Dino Giuseppe, B. C., & Corzano Zuñiga, R. A. (2016). *Propuesta de metodología para la adopción de plataforma Cloud Computing en entidades publicas*. Lima: Google Académico.
- Llerena Guerra, E. J. (2018). Diseño de un Modelo de TI aplicando Cobit 5 para PYMES en Quito-Ecuador. *Google Académico*.
- Loo Cuya, F. M., & Rojas Solorzano, C. G. (2018). Modelo de migración a la nube de los servidores de un datacenter. *Google Académico*.
- López Moreno, A. M., & Sánchez Patiño, J. I. (2012). Herramienta de Apoyo para Valorar la Adopción Efectiva de Cloud Computing en una Organización. *Google Académico*.
- Mell, P., & Grance, T. (2011). The NIST Definition of Cloud Computing. *National Institute of Standards and Technology Special Publication 800-145*.
- Montaño Arango, O., Corona Armenta, J. R., & Medina Marín, J. (2007). *Modelo que identifica el nivel de madurez de los procesos de las pequeñas empresas del sector industrial*. Tijuana, Baja California: Google Académico.

- Nailor Pedrini, C., & Frederico, G. (2018). Information Technology Maturity Evaluation in a Large Brazilian Cosmetics Industry. *International Journal of Business Administration*.
- Páez, G., Rohvein, C., Paravie, D., & Jaureguiberry, M. (2017). Revisión de modelos de madurez en la gestión de los procesos de negocios. *Revista chilena de ingeniería*, vol. 26 N° 4, 2018, pp. 685-698.
- Palacios López, M., & Gisbert Soler, V. (2017). METODOLOGÍA DE APLICACIÓN DE CMMI SERVICIOS EN PEQUEÑAS Y MEDIANAS EMPRESAS. *3C Empresa (Edición Especial)*.
- Palacios López, M., & Gisbert Soler, V. (2017). Metodología de aplicación de CMMI servicios en pequeñas y medianas empresas. *3C Empresa (Edición Especial)*.
- Paspuel Fraga, D. F. (2014). Optimización del ancho de banda de la universidad técnica del norte aplicando calidad de servicio (QoS). *Google Académico*.
- Ricardo Lorenzo, R. C. (2019). Modelo de evaluación de procesos de TI basado en Cobit 5 PAM, CMMI y EFQM. *Google Académico*.
- Rohvein, C., Jaureguiberry, M., Urrutia, S., Roark, G., Chiodi, F., & Paravie, D. (2019). Modelo de madurez como base para el diagnóstico de la gestión de procesos PYME. *Google Académico*.
- Rozo Rengifo, J. S., Rodríguez Kattah, J., & Blandón Bermúdez, E. (2018). Guía de Computación en la Nube. *Servicios Tecnológicos MINTIC*.
- Scott, D., Pultz, J., Holub, E., Bittman, T. J., & McGuckin, P. (2007). Introducing the Gartner IT Infrastructure and Operations. *Gartner for IT Leaders*.
- Sosa Valdez, J. D. (2019). Diseño e implementación del equipo de red en el área de electrónica de PYANSA S.A de C.V. *Google Académico*.
- Toro Velez, M., & Hoyos Ospina, A. (2013). *Modelo para la migración de una pyme hacia la computación en la nube*. Enigado: Google Académico.
- Vendries Ramirez, J. C. (2015). Computación en la nube: Diseño de una guía de adopción aplicando elementos de gestión y gobierno de TI. *Google Académico*.