

Modelo de gestión de servicios de cómputo en la nube para las compañías de consumo

Model of cloud computing services management for consumer product companies

Gerardo Ramírez¹, Catalina Ovando¹ y Juan Alfredo Lino Gamiño²

Palabras clave: gestión de servicios de TI; cómputo en la nube; reducción de costos; CMMI
Keywords: information technology service management; computing services; cost reduction; CMMI

Recibido en: 13-05-2019 / Aceptado en: 09-10-2019

Resumen

Introducción: La competencia entre las empresas de consumo que buscan lograr reducción de costo ha impulsado la adopción de modelos de entrega de servicios de cómputo en la nube bajo un esquema por demanda (Techtrends Report, 2018). Sin embargo, estudios recientes muestran que adoptar estos modelos de cómputo no necesariamente se refleja en reducción de costo, y aún más, se han observado incrementos en el área de TI. La hipótesis en este estudio afirma que las capacidades de gestión de TI necesarias para lograr reducción de costo al migrar servicios de cómputo en la nube, no están identificadas, implementadas o desarrolladas tanto en las compañías de consumo como en los modelos o marcos de gestión vigentes. Entonces, el objetivo de este estudio es identificar las capacidades de gestión de cómputo en la nube que favorecen la reducción de costo y diseñar un modelo holístico de gestión. E Implementarlo en la Industria de Consumo como estudio de caso.

Método: El primer paso para lograr esto, fue diseñar una herramienta de diagnóstico de capacidades de gestión de servicios de TI, donde como fuente principal se tuvieron los estándares, guías y mejores prácticas de gestión de servicios de TI que se identificaron en la literatura. El segundo paso fue confirmar las capacidades seleccionadas por medio de encuestas a expertos en la tecnología de nube. A continuación, se validó la relación entre las capacidades y la reducción de costos aplicando el método del Proceso Analítico Jerárquico (AHP por sus siglas en inglés). Finalmente se utilizó el modelo basado en el Modelo de Madurez de Capacidades (CMMI por sus siglas en inglés) para definir el nivel de madurez requerido de cada capacidad.

Resultados: El principal resultado fue la identificación de 12 capacidades clave de gestión de servicios cómputo en la nube que requieren un nivel de madurez “administrado” de acuerdo con

¹ Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla. E-mail: gerardo.ramirez@upaep.edu.mx

² Universidad de Colima

© Universidad De La Salle Bajío (México)

el CMMI para lograr reducción de costos. Con este resultado se construyó el modelo de gestión holístico que incluye la herramienta de diagnóstico de estado actual y futuro. La reducción de costos que se logró en el indicador de costos de operación de TI / presupuesto tras implementar el modelo, fue de un 6.2% en 6 meses. Se logró también la reducción de costo de personal, el cual fue liberado de la operación de TI y empleado en otras actividades productivas.

Discusión o Conclusión: El Modelo de Gestión propuesto puede habilitar a las organizaciones a identificar el nivel de preparación y capacidades que tienen para gestionar los servicios de cómputo en la nube. Este modelo permite recomendar capacidades y guías de acción para cerrar las brechas identificadas, que impacten positivamente en la reducción de costo.

Abstract

Introduction: The competence among several consumer product companies which look for cost reduction, had triggered the adoption of cloud on demand computing services. However, recent studies show that adopting computing services do not ensure a cost reduction, and even more, an increase of costs in IT areas is being observed. This investigation has the hypothesis that to attain the cost reduction objectives when computing services are migrated to the cloud, is needed to develop IT Management Capabilities, where these capabilities are not identified with the specific purpose of cost reduction in the current models or frameworks and these capabilities do not exist or are partially implemented in the consumer product companies. Therefore, the objective of this study is “identify those management capabilities of the computing services that support cost reduction and are described in a holistic model designed to this end” and implement it in the consumer product Industry applying a “Use case” study.

Method: The first step was to design a diagnostic tool of IT Service Management Capabilities, where the main inputs came from standards, guidelines and best practices of IT Service Management Framework, identified in the readings. Second step was to confirm the selected capabilities by the application of surveys to subject matter experts of cloud technology. Then, the method Analytic Hierarchy Process (AHP) was applied to validate the relation between “capabilities and cost reduction”. Finally, the Capability Maturity Model Institute (CMMI) model was used to define the maturity level required by each capability.

Results: The main result was the identification of twelve key capabilities of computing service management in the cloud, which need a “Managed” maturity level according to CMMI to attain

cost reduction. With this result a Holistic Management Model was developed, including a diagnosis tool for identifying actual and future capabilities level. A cost reduction in operating costs was obtained of 6.2% in 6 months. Also, a cost reduction in personnel was obtained, who were moved to another productive activities.

Discussion or Conclusion: This model can help the consumer products companies to identify its readiness and the capabilities they possess to manage computing services in the cloud. This model allows to provide recommendations for closing the gaps identified, that impacts positively the cost reduction.

Introducción

Actualmente la mayoría de las organizaciones han intentado disminuir costo por medio de mejoras tecnológicas, y específicamente por medio de implementación de servicios de tecnología basados en cómputo en la nube. Este es el caso específico de las compañías de consumo, por lo que para entender el propósito de estas organizaciones es necesario definir primero que es producto o bien de consumo. Se entiende como producto o bien de consumo: “la mercancía o cualquier artículo de uso común o diario, que se compra de forma ordinaria por individuos o grupos para consumo privado” (Haddad y Kleiner, 2016), y de acuerdo con el “Consumer Product Safety Act” (1972) el término “Producto de consumo”, significa cualquier artículo o su componente, producido o distribuido para la venta a un consumidor en los alrededores o en su residencia permanente o temporal, en la escuela o en recreación, y es para su uso personal. En economía, cualquier producto básico que es producido y consumido enseguida por el consumidor, para satisfacer sus necesidades del momento, es un bien de consumo o bien final. La industria que produce y/o comercializa bienes de consumo es llamada Industria de Productos de Consumo.

Las organizaciones de productos de consumo originalmente tenían canales de venta y distribución basados en lugares físicos como tiendas, autoservicio, y almacenes. Sin embargo, actualmente hay un crecimiento constante del comercio electrónico. Las palabras Amazon, Ebay y “Online” (En línea), son palabras que cada vez se escuchan más por los consumidores. De acuerdo con una encuesta conducida por la Asociación de Consumo de Electrónicos (CEA por sus siglas en inglés) en los gastos de las vacaciones 2013 en Estados Unidos se muestra que el

55% de esos productos se realizó en línea (Snider, 2013). Este mismo fenómeno se está presentando ahora en México donde el 20% de los productos ahora se comercializan en línea (Techtrends, 2017).

Actualmente las compañías de consumo enfrentan el reto de disminuir costo para lograr una posición más competitiva en el mercado. Sin embargo, estudios recientes muestran que las compañías que implementaron estos cambios tecnológicos de migración a la nube para venta en línea no han logrado capitalizar este esfuerzo al no alcanzar el objetivo de reducción de costo que esta tecnología promete, y aún más se han visto incrementos en costo operativo del área de TI (Ronthal, 2019).

Las compañías de consumo más exitosas como Amazon o Alibaba están adoptando estrategias de migración de servicios de cómputo a la nube, logrando mejoras competitivas como reducción en costo, e incrementando la aceptación del mercado masivo virtual. Estas compañías comparten similitudes al ser globales. Además, ofrecen tanto venta de productos propios como servicios de distribución, publicidad, entrega y comercialización de artículos de otros productores o vendedores. Esta competencia y los grandes resultados que obtienen, están presionando fuertemente a las demás empresas de consumo a adoptar tecnologías similares, basadas en sistemas de información que se entregan como Servicios de Cómputo en la Nube.

Sin embargo, el principal problema que surge de esta adopción es que en diversos estudios se han detectado que el simple hecho de introducir servicios de cómputo en la nube no impacta directamente en reducción de costo. Por ejemplo, el estudio de Gartner de 2016, sobre eficiencia de costo para la nube en las organizaciones ha encontrado que la implementación de cómputo en la nube ha incrementado sus gastos operacionales (Ronthal, 2019).

Otro hallazgo importante es que al ser la nube un modelo de servicios reciente, apenas se está confirmando que capacidades en las organizaciones son necesarias para gestionar estos servicios que permita lograr los beneficios de reducción que prometen (Bandopadhyay y Govekar, 2016). Las capacidades que actualmente están definidas para gestionar cómputo en la nube, está basadas en marcos o estándares llamados “Gestión de Servicios de Tecnología de Información (ITSM – por sus siglas en inglés)” (Nieves, 2014). ITSM es una parte importante de la ciencia de servicio, un campo de la ciencia que combina ciencia de cómputo, ingeniería de investigación de operaciones, estrategia de negocio, ciencia de gestión y teoría organizacional. En el presente estudio se revisó la literatura relacionada con la gestión de TI, incluyendo los marcos

y estándares de ITSM, y no se encontró una lista de capacidades de gestión específicas que estén enfocados particularmente en los servicios de cómputo en la nube que se requieren para entregar reducción de costo.

Desde 2011, la práctica de ITSM ha tenido cambios significativos, las versiones han cambiado, tanto en los marcos de referencia como de los estándares. ITIL 2011 (IT Infrastructure Library, Biblioteca de Infraestructura de TI); COBIT 5.1 (Control Objectives for Information and related Technology); y la “International Organization for Standardization” (ISO) 2000, todas se actualizaron. Sin embargo, de la revisión de las últimas versiones se ha encontrado que no está incluida la gestión de los servicios en la nube en forma exhaustiva (Bandopadhyay y Govekar, 2016).

El objetivo de este estudio es el de diseñar un modelo capacidades de gestión de servicios de cómputo en la nube y una herramienta de diagnóstico que permita para identificar las capacidades de gestión requeridas que se relacionen directamente con la reducción de costo en compañías de consumo.

Este modelo se basa en la identificación de las capacidades de gestión tomando como fuente los estándares, guías y mejores prácticas de Gestión de Servicios de TI (ITIL), así como la confirmación de las capacidades requeridas por medio de encuestas a expertos en la tecnología de nube. Se confirma la dependencia por medio de la técnica de Proceso Analítico Jerárquico. Con los resultados se construyó el modelo de gestión que incluye una herramienta de diagnóstico basado en CMMI.

Este estudio contribuirá a entregar un modelo de diagnóstico de capacidades de gestión de servicios que apoye a las organizaciones a identificar las brechas entre los procesos de gestión actuales vs los necesarios para lograr la reducción de costos a las compañías de consumo. El beneficio principal para las organizaciones es poder utilizar una herramienta sencilla basada en preguntas estructuradas que entregue un diagnóstico útil con recomendaciones que les permita enfocarse en los cambios en procesos y capacidades requeridos para lograr sus metas de reducción de costo.

El modelo de gestión propuesto considera las capacidades de gestión basadas en ITIL (Tabla 1). Esta lista reducida de capacidades se seleccionó al aplicar la herramienta de diagnóstico desarrollada en este estudio y detallada en la metodología. Este modelo esta

adecuado para influir favorablemente en la reducción de costos en la gestión de servicios de cómputo en la nube. A continuación, se muestra el modelo propuesto en la Fig. 1.

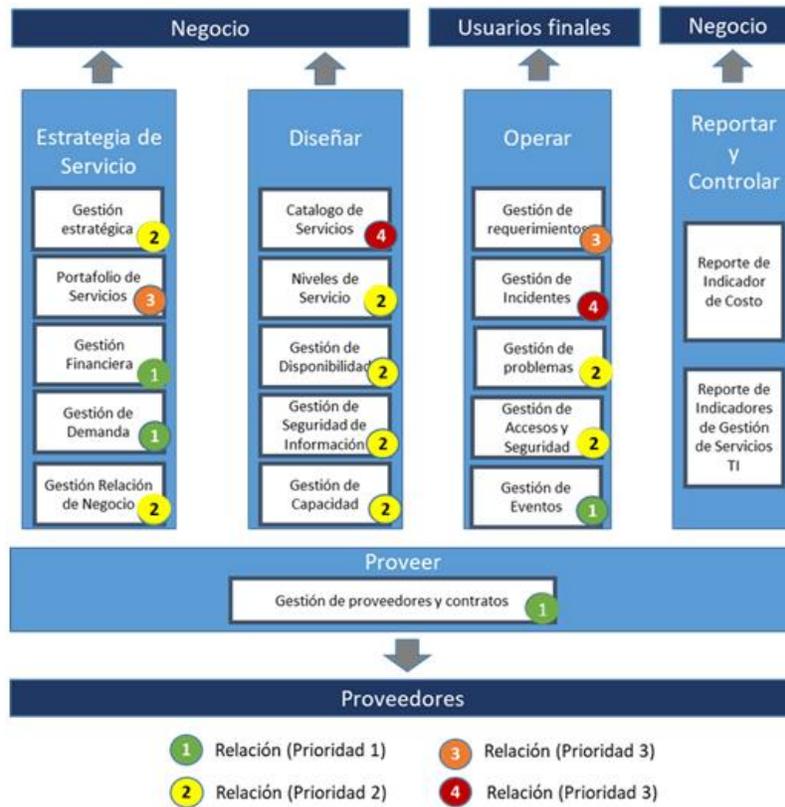


Fig. 1. Modelo de gestión de servicios de TI en la nube.

Fuente: Elaboración propia.

Revisión de Literatura

Trabajos relacionados

Este estudio considera como punto inicial el método desarrollado en la investigación presentada por Carroll *et al.* (2014) donde su modelo de Marco de Evaluación de Capacidades de Servicio en la Nube (CSCAF por sus siglas en inglés) tiene como objetivo crear una herramienta para asesorar las capacidades de la nube. La contribución principal de este estudio considera que se requiere una plataforma para asesorar al negocio e infraestructura en áreas claves, como: 1) Estrategia; 2) Identificación de procesos; 3) Valuación; y 4) Alineación.

Otra contribución del estudio de Carroll *et al.* (2014) es que ayuda a los expertos en la materia con un modelo de mejora de negocio para la adopción de la nube. El método que refiere

este estudio esta descrito en la Fig. 2 y este se basa principalmente en marcos de referencia como ITSM, ITIL, CMMI, TOGAF y COBIT.

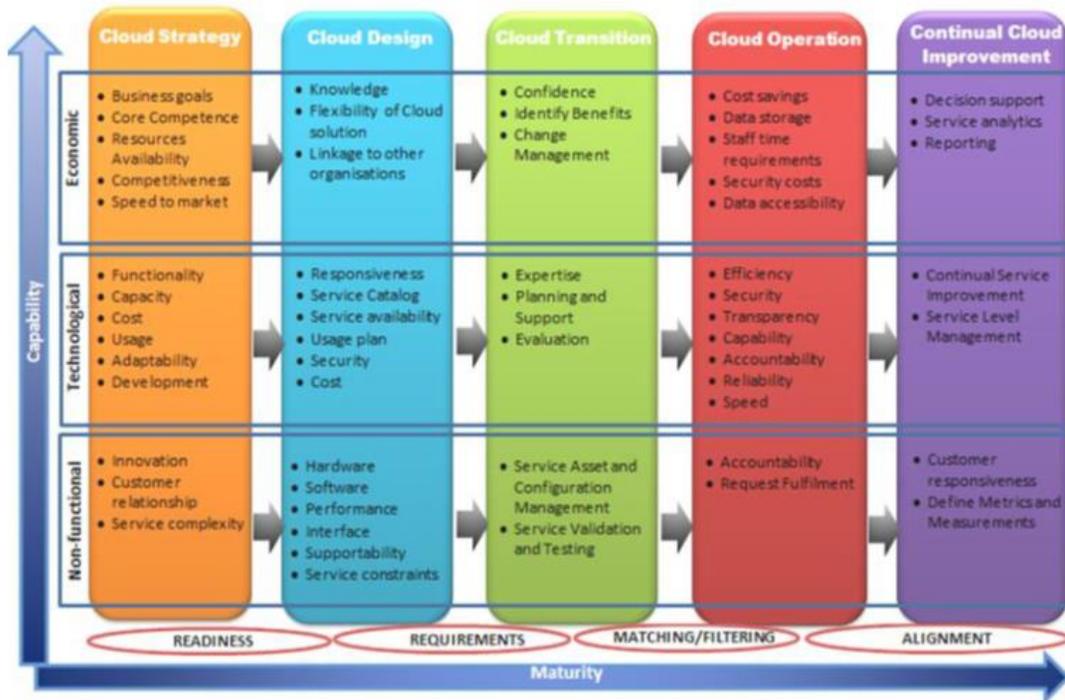


Fig. 2. Marco de Evaluación de Capacidades de Servicio en la Nube (CSCAF).
Fuente: Carroll *et al.*, 2014.

Las principales conclusiones de este primer estudio son que, aunque se listen en este modelo las principales preocupaciones de los expertos, el estudio requiere verificar como se puede utilizar para desarrollar mayores habilidades analíticas que soporten la toma de decisiones. Este modelo es la primera fase de la herramienta, planeado tocar puntos como el conocer que se requiera para estar listo para la nube, las capacidades que impulsan las ventajas competitivas y las oportunidades que existen sobre las mejoras de negocio. Algunas limitaciones encontradas son el poder identificar requerimientos y característica de cliente de servicios vs proveedores de servicios y la toma de decisiones considerando la habilidad de proveedores de entregar requerimientos de Calidad de servicios.

Otra investigación considerada para sustentar este estudio fue basada en el “Diseño de Método Ágil de Autoevaluación de ITSM” desarrollado Göbell, Cronholm y Seigerroth (2013), donde como objetivo tiene encontrar una solución a la falta de métodos de mejora de procesos de ITSM derivado de expertos en TI. Con esto en mente se apoyan del método de CMMI-SVC

v.1.3. La razón de esta decisión es que CMMI es un modelo ya establecido, reconocido por los practicantes a los que se dirige el estudio y que permite adaptarse para lograr los objetivos de los proyectos. La principal contribución que se logra que los desarrolladores de métodos desarrollen una variedad de evaluaciones que logren diversas necesidades (CMMI, 2010).

El modelo desarrollado considera que se crea un artefacto (método, modelo, constructo) que se adecue al propósito del estudio, que aplique en combinación de desarrollo de software. Se utiliza el marco de referencia de Hevner *et al.* (2004) y se adapta en el estudio logrando el modelo en la Fig. 3. El ambiente de la investigación consiste en siete prácticas de ITSM. Estas prácticas pueden ser revisadas en los casos de estudio (Yin, 2009) utilizados aquí para diseñar, probar y evaluar el artefacto mostrado.

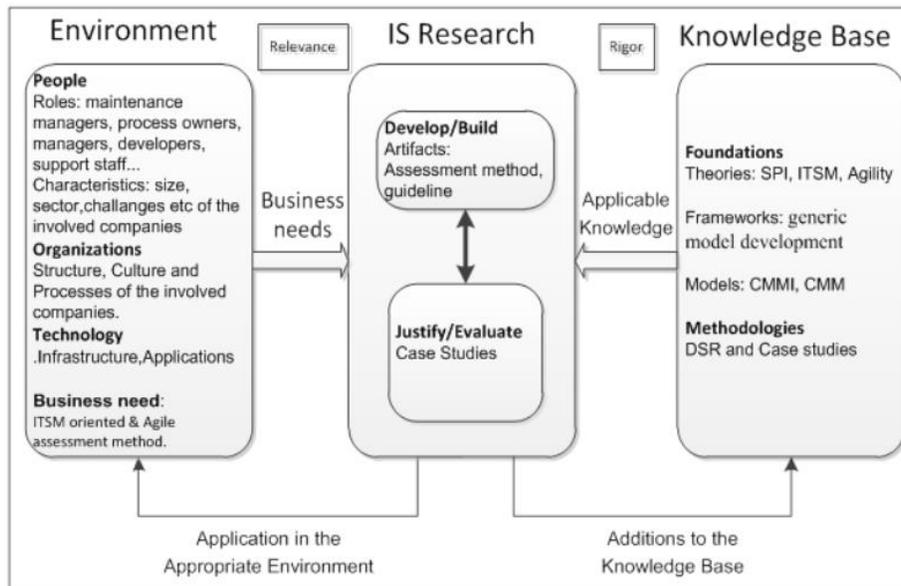


Fig. 3. Modelo adaptado del marco conceptual de Hevner *et al.* (2004).

Las conclusiones y resultados de este método indican que es fácil de usar, de entender y crea una gran oportunidad de compartir el conocimiento dentro de la compañía. Este método de auto evaluación crea oportunidades para mejorar los procesos de ITSM de la organización. También se determine que es posible utilizarlo como primer punto de auto mejora para el negocio, identificando brechas, haciendo “benchmarking”, así como guía en los esfuerzos de mejora. Finalmente, el método hace posible a los expertos implantar estándares que mejoran los tiempos

y recursos. Las limitaciones es que no estudia en específico resultados en reducción de costos con un método cuantitativo.

Otro estudio revisado es el de J. Repschlaeger *et al.* (2014) donde se examina la aplicabilidad del modelo de proceso analítico jerárquico (AHP por sus siglas en ingles) para resolver un problema de decisión de una selección de proveedor para una solución de Gestión de servicios de TI (ITSM) basada en la nube, con un enfoque de beneficios. En este estudio se identificaron los criterios críticos de selección para el proceso de selección de proveedor, donde se consideró la reducción de costos. El artículo describe un enfoque que soporta a la organización de TI en el proceso de decisión para seleccionar el proveedor apropiado usando el AHP. Por lo tanto, el modelo basado en AHP es creado y aplicado a casos de uso estándares de nube. Para esto se entrevistaron a 7 ejecutivos de TI y sus prioridades relativas al cada nivel de nube. Adicionalmente, se llevó a cabo un caso de estudio con una compañía grande de productos de consumo, que había realizado una implementación basada en una solución de ITSM.

Los hallazgos usando el enfoque de AHP, es que los criterios de nube empleados para seleccionar al proveedor se aplicaron exitosamente de la selección de ITSM. Se encontró que la seguridad de TI y de cumplimiento se percibe como una dimensión mandataria. Se encontró también que la selección del proveedor es un problema de multidecisión y multicriterios complejo con los siguientes factores más importantes: elasticidad de servicio, seguridad de información, y mejoras continuas de servicio. El modelado de proceso de AHP se muestra en la Fig. 4.



Fig. 4. Modelado de proceso AHP de 4 fases.
Fuente: Tomado de J. Repschlaeger *et al.* (2014).

Las limitaciones encontradas refieren que la priorización de decisiones se diferencia por los niveles de nube requeridos. Sin embargo, se debe tomar en cuenta que la priorización depende de caso de uso del servicio. De acuerdo con esto, el criterio de selección de los procesos a implementar es individual por compañía o por proyecto. Las prioridades dependen de los expertos de la nube y ejecutivos. Los valores específicos fueron derivados de las selecciones

dadas por los expertos en este estudio. Sin embargo, el criterio de selección puede usarse en problemas generales de decisión considerando la comparación de proveedores.

Otro trabajo es el de Asrowardi *et al.* (2018) que permite sustentar el uso de una metodología cualitativa como punto de partida y terminar con un método cuantitativo, para la evaluación de gestión de servicios de ITSM. En este estudio se argumenta que la tecnología de información no solo es relativo a hardware o software, infraestructura de comunicación, pero también de administración de servicios. La medición de servicios juega un rol sumamente importante en la gestión de servicios de TI (ITSM) que es un subcampo de la ciencia de servicios de cómputo. Este estudio muestra el conocimiento técnico sobre la medición de ITSM con algunos requerimientos. En este artículo se sugiere las métricas que cada proceso de servicio habilita a las organizaciones para predecir la dirección del proceso de mejora e identifica la meta del proceso que puede alcanzarse. El resultado de este estudio es una lista de métricas y herramientas que pueden utilizar cualquier tipo de organización.

Un aspecto importante tomado de este estudio es que usa un método mixto concurrente y embebido como su metodología. Inicialmente el estudio usa una metodología cualitativa obteniendo datos cualitativos, como revisión de literatura y elaborando algunas mejores prácticas o estándares para diseñar el gobierno de servicio de TI. La primera fase es hacer el análisis de la literatura para evaluar el proceso de servicio de TI. El análisis se lleva a cabo como un método cualitativo, pero en la última parte se aplica un método cuantitativo para probar el método cualitativo. El método cuantitativo es solo una parte pequeña del método cualitativo. Se puede inferir que el método cuantitativo esta embebido en el total del proceso cualitativo. Este método se muestra en la Fig. 5.

Concurrent Embedded Design

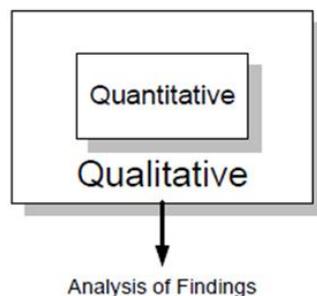


Fig. 5. Metodología de investigación de Asrowardi, *et al.* (2018).

Después de generar el modelo de medición de servicios de TI, este se valida de manera cuantitativa. Se utiliza específicamente el marco proactivo de investigación creado por Cole R. *et al.* (2005). Este enfoque tiene cuatro pasos de proceso que se llevaron a cabo en esta investigación: a) Identificación del problema, que cubre la creación inicial del concepto y objetos de investigación, b) Intervención como proceso de planeación, desarrollo, proceso de construcción de modelo, prototipo y otros recursos, c) Evaluación como proceso de observación y medición de nivel de compatibilidad y exactitud de los resultados para soportar la solución del problema. Es el proceso de validación de modelo o diseño usando juicio experto y d) Reflexión y lecciones aprendidas, donde se apunta a reportar los resultados de la investigación y encontrar la contribución a la práctica y la teoría.

El siguiente paso fue crear las métricas al diseñar el Modelo de Evaluación de Proceso (PAM por sus siglas en inglés) del ISO/IEC15504-8:2013, el cual se basa en el Modelo de Referencia de Procesos (PRM por sus siglas en inglés) ISO/IEC 20000-4. El marco utilizado de la herramienta de evaluación se muestra en la Fig. 6.

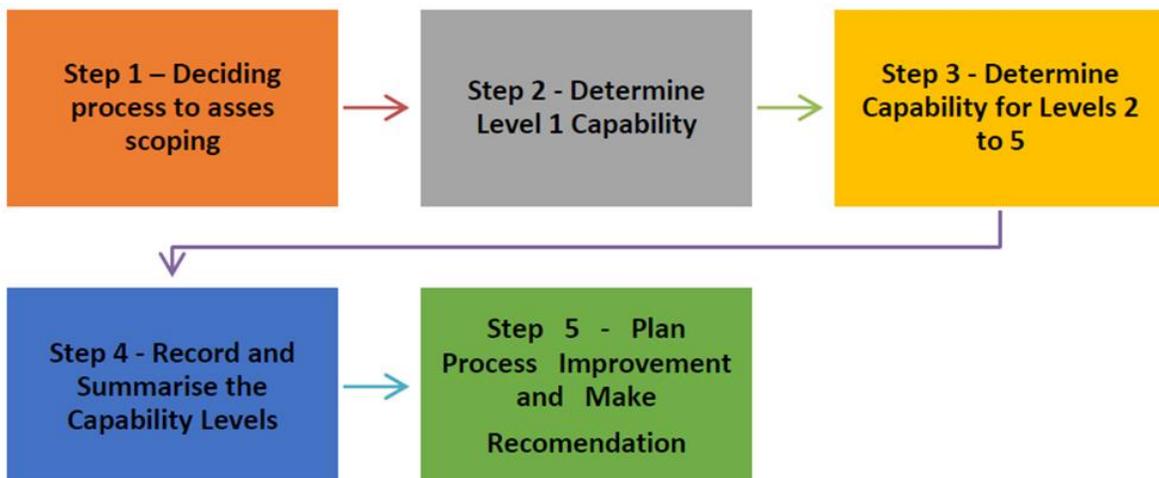


Fig. 6. Marco de implementación de Asrowardi, *et al.* (2018).

De los resultados de este artículo, la ventaja que se replica es facilitar la autoevaluación logrando una evaluación de proceso para cada capacidad de ITSM, y este puede incrementar el nivel de dominio de la gestión de servicios de TI. Esta métrica se probó por el autor con la implementación y justificación de un experto de ITSM en Polinela (Centro de Educación de alto

nivel). Las limitaciones surgen de la aplicación del modelo en una organización de educación y del hecho de que se evaluó en un ambiente donde no hay un cliente.

Resumiendo, el resultado de la revisión de la literatura permitió mostrar que, aunque estas investigaciones no cubren el objetivo de identificar aquellas capacidades específicas de ITSM para lograr la reducción de costos operativos en la gestión de servicios de cómputo en la nube, si proporcionan suficiente información como punto de partida para resolver este tema.

El Cómputo en la Nube como habilitador de capacidades de negocio

Es claro que la influencia de la Tecnología de Información está alterando el entendimiento del ambiente de negocios hoy en día, y ésta continúa modificando paradigmas de cómputo para permitir mayor acceso a capacidades de negocio. Esto es más evidente con el crecimiento acelerado del cómputo en la nube. Usamos una definición del cómputo en la nube donde es “un esfuerzo de habilitación o filosofía general que explota las tecnologías de Internet como organizaciones que proveen o entregan recursos y competencias por medio infraestructuras económicas habilitadas por TI”, Buya *et al.* (2008).

El cómputo en la nube permite que varios recursos clave de la organización estén disponibles eficientemente, por ejemplo, software, información, almacenamiento y procesos de negocio (Carroll, Helfert, y Lynn, 2014). De acuerdo con el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (“National Institute of Standards and Technology”, 2013) el cómputo en la nube es “un modelo que habilita convenientemente, acceso por demanda a un grupo de recursos de cómputo configurables que pueden ser rápidamente provisionados y liberados con un esfuerzo mínimo de gestión o poca interacción con proveedores”.

Las compañías actuales, aprovechan la característica disruptiva del cómputo en la nube como un modelo de entrega de servicios que se consumen por demanda, es flexible y escalable, con un impacto significativo de reducción de costo. Y la gestión efectiva de este modelo de servicios de cómputo en la nube es fundamental para asegurar la entrega de sus beneficios.

Aunque una de las ideas principales del cómputo en la nube es eliminar los niveles complejos de operación, haciendo los servicios de TI más fáciles de usar, la entrega actual de servicios no es necesariamente más fácil también. Crear recursos casi infinitos para consumirse en una forma por demanda y pagarse de forma automática, pueden complicar la gestión de la producción de los servicios (Akram y Singh, 2016).

Existen diversos modelos de servicio y se dividen en tres categorías principales: (1) Nube pública, la nube se hace disponible a través de un acuerdo medido para el público en general, (2) Nube privada, Centros de datos interno a una organización que no se hace disponible al público en general y (3) Nube híbrida, una combinación de desarrollos de nube privadas y públicas (Armbrust *et al.*, 2009). Estas tres categorías también pueden describirse como micro características de modelos de nube. Por ejemplo, ver Fig. 7:

Modelo	Micro Características
Publica	<ul style="list-style-type: none"> • Flexible • Usuarios distribuidos • Elástica • Libertad para autoservicio • Pagas conforme se usa • Segura • Medida
Privada	<ul style="list-style-type: none"> • Internaliza procesos de negocio • Usuarios restringidos • Escalable • Accesible • Elástica • Compartida
Hibrida	<ul style="list-style-type: none"> • Elástica • Por demanda • Localidades y equipo virtual del usuario • Combinación de servicios restringidos y abiertos.

Fig. 7. Características de Modelos de Nube (Armbrust *et al.*, 2009).

La adopción de estos modelos se refleja en el ambiente de servicio (p.ej. en la industria) y la confianza del gerente en su habilidad de convertirse en proveedores/usuarios de la nube. Se ha visto que las organizaciones se acostumbran rápidamente a las capacidades de la nube y que están usando la combinación de estos modelos (Cisco CloudWatch Report, 2013).

El siguiente nivel de descripción del cómputo en la nube es la arquitectura del servicio. La arquitectura puede dividirse en diferentes niveles de servicio de acuerdo con el nivel de virtualización. La división más común es Software-como-Servicio, Plataforma-como-Servicio e Infraestructura-como-Servicio. Además, una capa de Proceso de Negocio-como-Servicio (BPaaS por sus siglas en inglés) que se posiciona en el nivel superior. Los servicios ofertados pueden

accederse en cualquier momento, en cualquier lugar del mundo en el Internet. La Fig. 8, muestra la arquitectura de capas del cómputo en la nube.

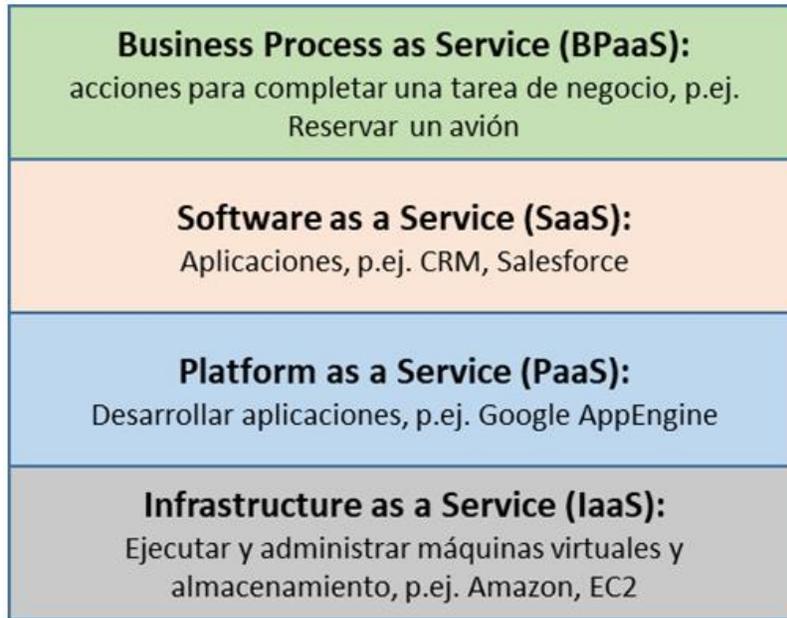


Fig. 8. Arquitectura de capas del cómputo en la nube (Carroll, Helfert y Lynn, 2014).

Principales beneficios del cómputo en la Nube

El cómputo en la nube permite a las organizaciones tener acceso a servicios sofisticados por medio de canales de Internet. El beneficio fundamental del cómputo en la nube es su habilidad de compartir recursos “por demanda” en un considerable costo reducido. Esto ha llevado a un aumento considerable de cómputo en la nube. De acuerdo con el último reporte de Cisco “la nube está en la agenda del 90% de las compañías, comparado con solo el 52% de año anterior” (Cisco CloudWatch Report, 2013).

Clarke (2010) indica que algunos beneficios por el uso de servicios de cómputo en la nube son: aceleramiento del acceso a los mercados por medio de la mejora del acceso a los recursos, mayor escalabilidad, mayor flexibilidad, incremento de colaboración (compartir recursos), menor inversión y menores costos operacionales y de staff.

La Fig. 9 resume las principales ventajas y desventajas del cómputo en la nube. En este estudio nos enfocamos a investigar el impacto positivo en la reducción de costo operacional.

Ventajas	Desventajas
<ol style="list-style-type: none"> 1. Mejorar accesibilidad al servicio 2. Respaldo y recuperación 3. Competitividad incrementada a través de acceso a recursos 4. Escalabilidad 5. Incrementar flexibilidad 6. Colaboración (recurso compartidos) 7. Inversión menor / costo por adelantado 8. Menores costos operacionales 9. Menores costos de personal de TI 	<ol style="list-style-type: none"> 1. No hay una adecuación a necesidades (confiabilidad, disponibilidad, accesibilidad, robustez, resiliencia, recuperabilidad) 2. Integridad (funcionalidad de software) 3. Mantenibilidad alcance limitado de solución 4. Riesgos contingentes (alto impacto en operación de servicios) 5. Interrupciones mayores de servicios 6. Necesidad de soporte a una operación de negocio flexible 7. Riesgos de seguridad (servicio, datos, autenticación y autorización, denegación de ataques de servicio) 8. Estrategias de gestión de riesgo (cumplimiento y uso)

Fig. 9. Principales ventajas y desventajas del cómputo en la nube (Clarke, 2010).

De acuerdo con “Forrester Research” (Gillett, 2008), los principales impulsores que soportan la adopción del cómputo en la nube incluyen:

- Servicios basados en Internet (incluyendo medios sociales)
- Infraestructuras de TI nuevas y la disponibilidad de redes de alta velocidad sobre distancias extendidas
- Nuevos modelos de negocio que aprovechan el uso flexible de la tecnología
- Ofertas de servicio y productos integradas

Por lo tanto, como se sugiere anteriormente, las principales razones para adoptar el cómputo en la nube se pueden resumir costo de oportunidad, costo de producción y catalítico.

Costos operativos de cómputo en la nube vs servicios en sitio: Estimación de ahorros

Los servicios de cómputo en la nube dependen de los costos de los centros de datos diseñados para tal fin, donde se realizan grandes inversiones que van amortizándose por medio de la prestación del servicio. Es importante entonces identificar las diferencias entre los costos de centros de datos empresariales en sitio comparados con los de centros de datos dedicados a la nube. De acuerdo con estudios de Greenberg *et al.* (2009) el costo principal en la empresa es el costo de personal de operación, y en el centro de datos, este costo es del orden del 15%. En una empresa promedio el radio típico de personal de TI es de 1:100. La automatización es parcial, y el error humano es causa de un gran porcentaje de problemas. En el centro de datos en la nube, la automatización es un tema mandatorio para lograr escalación, y es un principio de diseño fundamental. En un centro de datos para la nube el radio de miembros de personal es de 1:1000.

La automatización y las técnicas de recuperación del cómputo en la nube resuelven la mayoría de los problemas que surgen (Greenberg *et al.*, 2009).

Las diferencias principales de costos entre los centros de dato de empresa y el servicio de nube son: 1) Las grandes economías de escala, donde el tamaño de los centros de datos (algunos de 100,000 servidores) presentan una oportunidad de explotar la economía de escala al disminuir costos por volumen, lo cual no sucede en las empresas que deben invertir grandes montos iniciales; 2) Aumento proporcional, donde la optimización de espacio y número de dispositivos, en la nube se explota el uso eficiente de carga de trabajo distribuidos en un gran número de servidores de bajo costo (Greenberg *et al.*, 2009).

Para la operación de los centros de datos se requieren diversos rubros donde se incluye el costo operativo de TI. En la Fig. 10 se muestra los porcentajes relativos de los principales costos de operar un centro de datos de empresa en sitio y en la Fig. 11 los porcentajes de costo de un centro de datos en la nube. De acuerdo a Day y Pham (2017) el costo de operación de los centros de datos puede ser de un 8.5% del Capital inicial invertido (Equipo, sitio, etc.). Los costos de personal de TI empresarial son del orden del 15% del total de costos de operación y en el caso de la nube es del orden del 5% (Day & Pham, 2017). Por lo que el monto estimado de ahorro podría ser de hasta un 10% del monto total dedicado a la operación de TI, considerando que al mover la operación a la nube se llega al 5% partiendo del 15% de costo de personal.

Rubros de costos de Centro de Datos en sitio (empresarial)	Porcentaje de costos
Costo de Capital	
Sitio Dentro de datos	27.10%
Equipo de TI (Servidores, almacenamiento y redes)	72.90%
Gastos anuales de Operación (8.6% de costos de Capital)	
Donde Gastos anuales de operación	
Alimentación de Energía	40%
Personal de TI de Centro de Datos	15%
Impuestos sobre sitio y seguros	5%
Mantenimiento, administración y otros	39%

Fig. 10. Rubros de costos de Centro de Datos en sitio (empresarial) (Day & Pham, 2017).

Rubros de costos de Centro de Datos en la nube (aplican por contrato anual)	Porcentaje de costos
Sitio Dentro de datos	0%
Equipo de TI (Servidores, almacenamiento y redes)	94.70%
Gastos anuales de operación	
Alimentación de Energía	0%
Personal de TI de Centro de Datos	5.3%
Impuestos sobre sitio y seguros	0%
<u>Mantenimiento, administración y otros</u>	0%

Fig. 11. Rubros de costos de Centro de Datos en la nube (aplican por contrato anual) (AWS, 2019).

Lista de modelos de gestión de Servicios de TI identificados en el estudio

Estar listo a adoptar el cómputo en la nube, se asocia con mejora en el servicio y por lo tanto en cómo se administra este. Para evaluar una mejora de proceso, servicio o de capacidades de gestión se requieren cuatro componentes clave (Humphrey, 2005):

1. Un marco de referencia para medir la mejora
2. Consejo sobre el enfoque a tomar
3. Guía en el método a usar
4. La forma para beneficiar y construir sobre la experiencia de otros

Las organizaciones confían en la alineación de sus objetivos de negocio y las capacidades de TI para crear valor. Sin embargo, ¿qué pasa si la organización identifica un nicho de mercado en la que se puede proveer una solución, pero le faltan una o dos capacidades esenciales de TI para ser exitosos? Con esto en mente, se han realizado varios esfuerzos mundiales para desarrollar estándares de Gestión de servicios de TI y de calidad de TI. Estos incluyen (mas no limitados a):

- Modelo Integrado de Madurez de Capacidades (CMMI por sus siglas en ingles);
- Control de Objetivos para Tecnologías de Información y Tecnología Relacionada (COBIT por sus siglas en Ingles);
- Marco de Arquitectura de Grupo Abierto (TOGAF por sus siglas en ingles);

- Gestión de servicios de Tecnologías de Información (ITSM por sus siglas en inglés)
- La librería de infraestructura de TI (ITIL por sus siglas en inglés, ISO 20000);
- Marco de Madurez de capacidades de TI (IT-CMF por sus siglas en inglés);
- Índice de gestión de servicios (SMI por sus siglas en inglés).

Este documento se enfoca en identificar aquellos estándares de gestión aplicables para evaluar las capacidades de gestión de servicios, que permitan mejorar estas capacidades y se logre reducir costo.

Retomando los estudios de la literatura que ejecutaron en forma metódica Göbel, Cronholm y Seigerroth (2013), donde se estableció el mapa de ruta como parte de un plan de madurez para ITIL, se identificaron las metodologías y marcos de referencia que coinciden con las mostradas anteriormente. La conclusión que se obtuvo de esa revisión de la literatura es que utilizar ITIL y CMMI, puede asegurar un éxito de largo plazo para aquellos que buscan implementar el uso de cómputo en la nube.

Modelo de Madurez para evaluar las capacidades de gestión

Los modelos de madurez han sido diseñados para evaluar el nivel de desarrollo (P.ej. competencia, capacidad, nivel de sofisticación) de un dominio seleccionado basado en un grupo de criterios más o menos completos (de Bruin, Roseman, Freeze, y Kulkarni, 2005). Se define un método de evaluación como un método usado para comparar un proceso actual de una organización contra un conjunto definido de procesos de “mejores prácticas”.

Las evaluaciones de capacidad se han documentado muy bien a través de la literatura, particularmente en el campo de las tecnologías de Información (TI). Sin embargo, debido al crecimiento explosivo del cómputo en la nube no existen casos o esfuerzos para evaluar las capacidades organizacionales y de gestión para la nube (Armbrust *et al.*, 2009).

Las evaluaciones pueden usarse internamente por la organización de TI como punto inicial de auto mejora (Clerc y Niessink, 2004), para benchmarking o actividades de cumplimiento, así como para guiar a la organización en sus esfuerzos de mejora (CMMI, 2013). Algunos ejemplos de métodos en general de evaluación de madurez son: CMMI, IDEAL o “Bootstrap”.

Se escogió utilizar el método CMMI como base para resolver problemas específicos dentro de la práctica de ITSM, debido a que el método está bien establecido en el mercado, en la comunidad de investigación y en la práctica general. Considerando esto último, se estructura el proceso de evaluación de capacidades siguiendo el enfoque tradicional del CMMI:

- Los niveles de madurez: utilizar una escala de 1 a 5, donde el 5 es el nivel de madurez ideal.
- Áreas de proceso clave: grupo de procesos específicos o capacidades que se consideran importante para lograr una meta de negocio, en este caso reducción de costos.
- Metas: metas de procesos individuales y la extensión en que estas metas se realizan indican la capacidad y madurez de una organización.
- Características comunes: describen las prácticas que implementan un proceso centrado en mecanismos de desempeño.
- Prácticas clave: la infraestructura y práctica contribuyen al proceso.

Los procesos son medibles y por lo tanto dirigidos por desempeño. El objetivo principal de desarrollar una evaluación de capacidades es proveer algún nivel de medición que puede generar datos para soportar la toma de decisión. Estas mediciones pueden soportar a la gerencia a determinar el estatus de los procesos y el impacto en los costos. Además, permite a las organizaciones identificar donde existe una oportunidad en los diferentes niveles de CMMI.

El paso inicial para asesorar las capacidades de gestión es tener un entendimiento conciso de como:

- Se determinan las metas organizacionales de reducción de costo
- Identificar objetivos de gestión requeridos para el cómputo en la nube
- Determinar métricas específicas que pueden influir en la toma de decisiones.
- Determinar metas individuales de procesos o capacidades
- Identificar métricas de procesos o capacidades
- Establecer un marco de referencia para la evaluación de capacidades de gestión de cómputo en la nube.

Los niveles de madurez en CMMI que se aplican a la evaluación son: (1) Inicial - el proceso se improvisa y depende de individuos, (2) Gestionado - se gestiona con mecanismos de control, aunque con procesos no necesariamente acordados, (3) Definido - existen procesos estándares compartidos y guías de adaptación adecuadas, (4) Gestionado Cuantitativamente, y 5) Mejorado Continuamente.

El modelo de CMMI aplicado a los procesos y capacidades de gestión nos permiten desarrollar un modelo de diagnóstico y de medición estándar, que identifique un estado actual y permita diseñar un estado futuro, alineado a los objetivos de reducción en costo en las empresas de consumo.

Modelo de Gestión de Servicios de Tecnologías de Información

Dentro de los estándares de gestión de TI, se determinó para este estudio, el de la Gestión de Servicios de TI (ITSM por sus siglas en inglés) descrito en el marco de ITIL. El objetivo principal de ITSM es entregar y soportar servicios de TI que sean apropiados a los requerimientos del negocio o de la organización que habiliten la optimización de estos servicios (Case y Spalding, 2007).

Se define ITSM como una colección de procesos, gente y capacidades de TI que en conjunto habilitan a una organización de TI a tomar un enfoque “centrado en servicio”. Un segundo objetivo de ITSM es desarrollar capacidades que habiliten la entrega de servicios de una forma eficiente y efectiva. Una parte importante de estas capacidades es entender claramente donde los servicios de TI pueden añadir valor al negocio, proveer una visión, estrategia y un mapa de ruta de transformación (ITIL, 2013).

Históricamente, el interés formal en ITSM empezó a crecer recientemente en la industria de TI después de la introducción de ITIL v2 en 1999, el ISO/IEC 20000 en 2005 y en 2010 la versión 3 de ITIL, (ver Fig. 12). Los motivadores fundamentales y las principales preocupaciones de la Gerencia en los negocios acerca de los servicios de TI, fueron la demanda creciente de mejores retornos sobre inversión de TI, los requerimientos regulatorios de control de TI, optimización de costos, y la habilidad de evaluar el desempeño contra los estándares (Nastase, Nastase, y Ionescu, 2009).



Fig. 12. Modelo de ciclo de vida de Servicio ITIL (Taylor, Iqbal y Nieves, 2013)

Retos para derivados de las nuevas capacidades de gestión para cómputo en la nube

Adam Ronthal, director de investigación de Gartner dice que “la principal razón por la que se puede ser menos eficiente es debido a hay diferentes principios económicos. Cuando se entregan los servicios en sitio (infraestructura local) los costos son fijos; mientras con los servicios en la nube (Internet) los costos se generan con cada recurso de cómputo que se utiliza de acuerdo con su uso y demanda”. Esto deriva en que para lograr una reducción de costos se deben cuidar al menos tres procesos de gestión: de presupuestos, de sobrecosto y de controles de demanda (Ronthal, 2019).

De acuerdo con estudios de Forrester Wave, disminuir el costo y reducir el gasto en infraestructura y servicios de TI son las principales razones por las que las organizaciones adoptan la nube. Sin embargo, muchas no han sido capaces de lograr esta meta debido a que el éxito no surge solo del hecho de mover la infraestructura o servicios a la nube, sino de la madurez de la gestión de la nube y de las prácticas de gobierno (Nelson, 2018).

Otros estudios sobre uso de servicios de nube en organizaciones de educación han identificado que, para lograr la efectividad de costos, se requieren métodos para estimar demanda de servicios que permitan adecuar el uso de recursos, donde estos métodos deben considerarse en los modelos de gestión (Koch, Assunciao y Netto, 2010).

Un reto al adoptar el marco de ITSM bajo consideraciones de reducción de costos es su enfoque holístico. Estos cubren un rango amplio considerando servicios basados en TI

(Winniford, Conger y Erickson-Harris). Dependiendo de cada organización como un caso individual, las oportunidades se pueden encontrar en un limitado grupo de áreas de proceso. Por ejemplo, un incidente mayor de acuerdo con el “IT Governance Institute” (ITGI, 2009) es el procesamiento de incidentes operacionales que causan interrupciones al aprovisionamiento de servicio a los clientes. La resolución de estos incidentes y la prevención caen dentro del alcance de los procesos de resolución dentro de ITSM, de acuerdo ITIL (ITIL, 2013). Por lo tanto, el incidente antes mencionado puede resolverse enfocando la adopción del marco en los procesos de resolución específicos a casos en la industria a investigar.

Al estudiar la relación entre ITSM y el cómputo en la nube, se ha encontrado que en las organizaciones que no aplican prácticas de ITSM y eligen una estrategia de adopción de cómputo en la nube, detona retos particulares acerca de la gestión de estos servicios (Taylor, Iqbal y Nieves, 2013). Uno de los riesgos principales es el de un uso no coordinado de los servicios de nube en una forma reactiva e improvisada, que incrementa los costos y aumenta el riesgo de fallas. Otro problema generado desde el punto de vista técnico del cómputo en la nube que se implementa sin desarrollar capacidades de ITSM, es provocar un ambiente complejo, costoso y difícil de gestionar (Nieves, 2014). Otro tipo de riesgos y problemas que las organizaciones han encontrado, surgen cuando las unidades de negocio contratan servicios de un proveedor de externo en la nube sin la evaluación de sus capacidades de ITSM o fuera de control del área de TI interna. El modelo *per se* de ITSM descrito por ITIL, no está diseñado para soportar gestión de servicios de TI en la nube, y requiere de una adecuación que cubra este objetivo (Nieves, 2014). Por todo lo anterior, en este estudio se identificó la necesidad de racionalizar y priorizar las capacidades descritas por ITIL para ITSM, y adecuar estas capacidades para resolver los retos de gestionar servicios en la nube y controlar los costos. La adecuación del modelo de ITIL, se realiza por medio de la identificación de aquellas capacidades que tengan un impacto mayor en la reducción de costos. Con éstos se genera un modelo reducido de ITIL y adecuado a los objetivos de reducción de costo.

Método

Como se ha mencionado anteriormente el objetivo de este estudio es diseñar un modelo capacidades de gestión de servicios de cómputo en la, nube y una herramienta de diagnóstico que permita para identificar las capacidades de gestión requeridas que se relacionen directamente con

la reducción de costos en compañías de consumo. La pregunta clave que se buscó resolver en el presente trabajo es: ¿Qué perfil y nivel de capacidades de gestión de servicios en la nube se relaciona positivamente con la reducción de costos en las compañías de la Industria de Consumo? El alcance del estudio es la “Industria de Consumo y Área de TI”. El diseño de investigación es de tipo: (1) Cualitativo y Cuantitativo, (2) Transversal (3) Correlacional y (4) No experimental. La variable dependiente es “costo operativo TI” y las variables independientes son las “capacidades de gestión”.

Se inició la investigación mediante la selección de la muestra donde se consideró que la “población” se refiere a todos los elementos que poseen las principales características objeto del análisis (Rojas y Soriano, 1990). El tipo de muestreo fue no probabilístico, donde se aplicó un procedimiento de selección de sujetos expertos que requieren de una cuidadosa y controlada selección de individuos con ciertas características especificadas previamente en el planteamiento del problema (Sampieri, Fernández, Collado y Baptista, 2010).

Se utilizó el criterio de los expertos para evaluar el impacto de la propuesta, para ello aplica un procedimiento, el cual se basa en el enfoque multicriterio (Romero y CH, 1997), (Fernández, 2013). Los expertos han de ser personas con un grado de conocimiento e implicación en el problema y no han de tener ninguna motivación política o económica que pueda condicionar su propia libertad de opinión (Artola, 2002; Aragonés, 2008).

Para la selección de los expertos se define que el área del conocimiento en la que se enmarcan sus competencias sean las de: “Gerencia y Operación de TI” con dominio en los siguientes temas: 1) Especialista en gestión de servicios de TI; 2) Experto en planeación diseño, implementación o gestión de servicios de cómputo en la nube; 3) Alta experiencia demostrada; y 4) Diversidad de organizaciones en la Industria de Consumo. Después de identificar los posibles candidatos se realizó una selección de 30 expertos en este estudio.

Se identificó la relación de las variables por medio de un cuestionario aplicado al grupo de expertos de gestión de Tecnología en la Industria de Consumo. Esta relación identificada permitió desarrollar un modelo de diagnóstico de gestión de servicios en la nube. Se desarrolló además una herramienta que valida el nivel de capacidades de gestión en una compañía de consumo. Esta herramienta permite identificar las brechas del estado actual de capacidades de gestión y un estado futuro que favorezca la reducción de costo. En la Fig. 13 se muestra en forma de diagrama la metodología empleada.

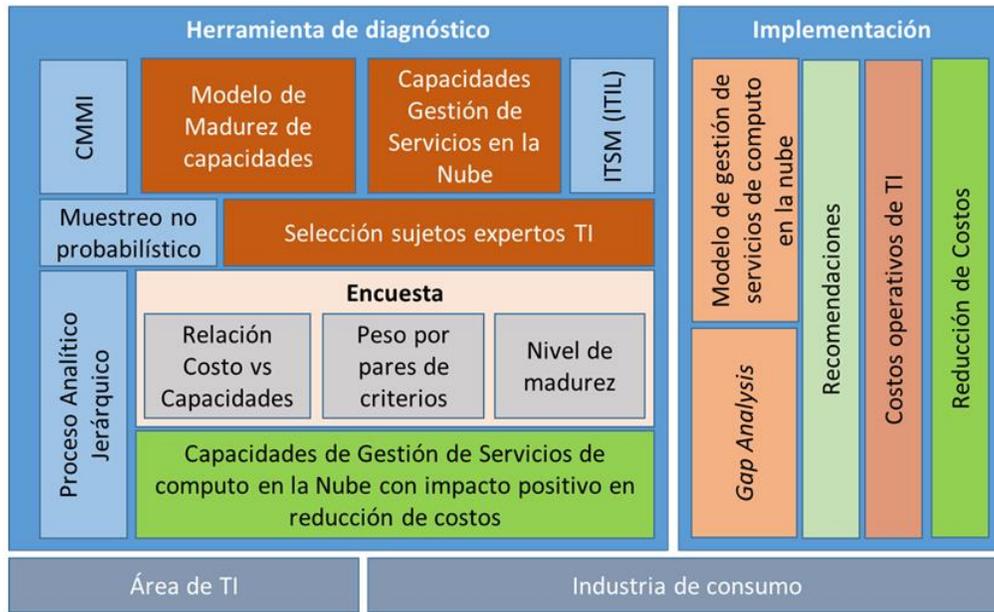


Fig. 13. Componentes de la Metodología.

Fuente: Elaboración propia.

Proceso Analítico Jerárquico (AHP, Analytic Hierarchy Process)

Se aplicó la técnica del Proceso Analítico Jerárquico (AHP por sus siglas en inglés), desarrollado por Saaty en los años setenta (Saaty, 1994) porque brinda un marco racional para estructurar el problema de decisión, representar y cuantificar los criterios de esta, y evaluar alternativas de solución. Este método permite encontrar la solución que mejor se ajusta a las necesidades y a la comprensión del problema por parte de los expertos. También ayuda a identificar el peso relativo de cada capacidad de gestión y la relación entre éstas y la reducción de costo.

Se aplica el AHP a partir de estudios similares como el desarrollado por Cobo, Vanti y Rocha (2014) donde crea un modelo de evaluación de gobierno de IT en una organización basada en los niveles de madurez de los procesos de COBIT. Para desarrollar este modelo aplican la metodología de AHP. Esta técnica permite obtener un solo valor de evaluación a partir de indicadores seleccionados previamente o criterios (niveles de madurez de procesos), aún más, este permite incorporar apreciaciones subjetivas u opiniones de varios administradores de TI, en el proceso que pueda probar que es más significativo cuando se evalúa el gobierno de TI, en AHP, cada elemento de la jerarquía se considera como independiente de los otros.

Otro estudio que también se toma como referencia es el de Ergu *et al.* (2013), donde se aplica AHP para asignar recursos en un ambiente de cómputo en la nube, donde hay muchas

computadoras alternativas que varían en capacidades. Ergu *et al.* proponen un modelo orientado a la tarea, donde las tareas son posicionada en cierto nivel por medio de una comparación por pares utilizando una técnica de matriz y el proceso de AHP dando a los recursos disponibles y preferencias de usuarios. La matriz es usada para identificar elementos inconsistentes y sirve para mejorar el radio de consistencia cuando los pesos en conflicto se asignan a varias tareas.

Una referencia adicional es el trabajo de Peiyu y Dong (2011) para un modelo de evaluación de riesgos de un sistema e información para un ambiente de cómputo en la nube. Poniendo foco en un Sistema de información que enfrentan problemas de riesgos de seguridad en un ambiente de cómputo en la nube, este estudio suma hasta 8 clases de amenazas a los principios de seguridad, y lista los factores correspondientes. Combinando con tecnología de cómputo en la nube de colaboración y virtualización, adaptando la teoría de AHP e introduciendo el coeficiente de correlación para analizar la decisión de objetivos múltiples, este estudio propone un modelo nuevo de evaluación de riesgos de seguridad basado en AHP en el ambiente de cómputo en la nube.

La técnica AHP se desarrolla por medio de siete pasos (adaptados de Saaty para este estudio): 1) Definición del problema y establecer objetivos claros y resultados esperados; 2) Descomposición de un problema complejo en una estructura jerárquica con elementos de decisión. En el alto nivel, los objetivos generales y criterios se dividen en objetivos particulares o subcriterios hasta alcanzar el nivel más bajo donde se localizan las alternativas; 3) Validación de la relación positiva de los criterios y subcriterios con el objetivo. Se aplica una reducción de dimensiones y factorización con análisis de componentes principales; 4) Realizar comparaciones por pares entre los elementos de evaluación, formando matrices de comparación basadas en el establecimiento de importancia relativa entre los factores de cada nivel jerárquico; 5) Revisar las propiedades de consistencia de las matrices para garantizar que los juicios dados por los expertos sean coherentes y consistentes; 6) Estimación basada en las matrices previas del peso relativo de los elementos de evaluación para lograr el objetivo general; y 7) Realizar una evaluación de las alternativas basadas en los pesos de los elementos de decisión.

El modelo de diagnóstico (Cuestionario) desarrollado ayuda a alcanzar un doble objetivo. Primero, evaluar el nivel de competitividad derivado del nivel de madurez de gestión de servicios en la nube, usando niveles de madurez de CMMI, y segundo, utilizar el diagnóstico para

identificar aspectos críticos en el modelo de gestión de servicios en la nube dentro de las organizaciones en 5 procesos clave definidos por ITIL.

Para cumplir con los objetivos propuestos, se seleccionaron 25 procesos propuestos por Carroll *et al.* (2014) y combinados con la propuesta de Michael Nieves (2014), Y finalmente los procesos definidos por ITIL, como capacidades requeridas para gestionar servicios en la nube. Estos procesos se organizaron jerárquicamente como se muestran en la Tabla 1.

En el primer nivel de jerarquía se considera el objetivo: Reducción de costos derivado de la gestión de servicios en la nube. En el segundo nivel se incluye la categoría de Reducción en Costos. En el tercer nivel se consideran los 5 dominios: Di ($i=1, 2, 3, 4, 5$). Específicamente, ES corresponde a “Estrategia de servicio en la nube”, DS es “Diseño de Servicio en la nube”, TS es “Transición de Servicio en la nube”, OS es “Operar Servicio en la nube” y MC “Mejora continua de servicios en la nube”. ITIL define un grupo de procesos asociados con cada dominio, que se combina con lo sugerido por Carroll *et al.* (2014) y Nieves (2014). Se usará la siguiente notación para referirnos a los procesos involucrados: ESi con i en $\{1, 2, 3, 4, 5\}$, donde i indica el número de proceso en el dominio. Cada dominio tiene un número diferente de procesos involucrados. De hecho, ES=5, DS=7, TS=5, OS=3 y MC=3. La lista completa de procesos se muestra en la Tabla 1. Los procesos definen el cuarto nivel en la jerarquía de criterios.

Evaluar el impacto en la reducción de costos derivada de madurez de capacidades de gestión de servicios de cómputo en la nube.

Tabla 1. Estructura jerárquica.

Objetivo	Dominio	Capacidades / Procesos
Evaluar el impacto en la reducción de costo derivada de madurez de capacidades de gestión de servicios de cómputo en la nube	ES Estrategia de Servicio	ES1 Gestión de Estrategia ES2 Gestión de Portafolio de Servicios ES3 Gestión Financiera de Servicios de TI ES4 Gestión de la Demanda ES5 Gestión de la Relación de Negocio
	DS Diseño de Servicio	DS1 Catálogo de servicios DS2 Gestión de Niveles de Servicio DS3 Gestión de disponibilidad DS4 Gestión de capacidad DS5 Gestión de la continuidad de servicio de TI DS6 Sistema de Gestión de seguridad de Información DS7 Gestión de Proveedores
	TS Transición de Servicio	TS1 Gestión de cambios TS2 Gestión de configuración y activos TS3 Pruebas de servicio y aceptación TS4 Gestión de liberaciones e implementaciones TS5 Gestión de conocimientos
	OS Operar Servicio	OS1 Gestión de Requerimientos OS2 Gestión de Incidentes OS3 Gestión de problemas OS4 Gestión de Accesos OS5 Gestión de eventos OS6 Gestión de seguridad
	MC Mejora continua de Servicios	MC1 Procesos de Mejora MC2 Reporteo MC3 Medición de servicio

Fuente: Elaboración propia.

Para identificar el impacto de los criterios y subcriterios en la reducción de costos se realizó un cuestionario que consta de tres partes: la primera identifica la relación entre la reducción de costos y los criterios. La segunda parte del cuestionario identifica la importancia por pares de los criterios y la tercera toma en cuenta el nivel de madurez recomendado por los expertos que se considerará como guía del peso y meta que cada subcriterio. Con esto se evaluó el impacto de los criterios y subcriterios tienen sobre la reducción de costos.

Los criterios que se medirán son: Estrategia de servicio en la nube; Diseño de servicio en la nube; Transición de servicio en la nube; Operación de servicio en la nube y; Mejora de servicio en la nube. Los subcriterios se describen en la Tabla 1.

La escala que se utilizó para la primera parte del cuestionario fue de Likert (Sampieri, Fernández, Collado y Baptista, 2010) conformada por 5 puntos los cuales van desde “totalmente de acuerdo” a “totalmente en desacuerdo”. La segunda parte del cuestionario utiliza comparaciones entre pares (Matriz de comparación de pares). La tercera parte del cuestionario utiliza una escala de 1 a 5 basada en los niveles de madurez de CMMI.

Se entenderá por valor relativo a la importancia que se le atribuye a la evaluación de un criterio con respecto al resto de los criterios. Para ello se encuesta a cada experto pidiendo que emita su opinión acerca de la importancia que tiene cada componente con relación a los demás

para. Se especifica que la sumatoria de estos valores relativos debe ser igual a 1, aplicando la fórmula:

$$EP = \left(\frac{\sum VECn}{E} \right) \quad (\text{Ec.1})$$

Dónde:

EP = Valor relativo de cada criterio

VE= valor de cada criterio

Cn = indicador de posición del criterio en la lista de criterios

E = número total de criterios

Con la aplicación de la encuesta a expertos se definen los niveles de importancia para cada proceso, y niveles de prioridad asociados con cada proceso y área foco. Con esta información se construye matrices de comparación por pares entre las áreas y procesos del mismo dominio.

Los expertos incorporan sus preferencias usando comparaciones por parejas entre elementos considerados; estos juicios se miden en la escala fundamental de Saaty (1994) y se muestra en la Tabla 2, refleja la importancia relativa de dos elementos con respecto al elemento común en el nivel mayor de jerarquía. El resultado es una matriz cuadrada, recíproca y positiva, conocida como matriz de comparación por pares.

Las prioridades se obtienen de las matrices previas usando procedimientos de priorización propuestos en la literatura (el método de eigenvector – EGV – el método de la fila de medias geométricas – RGM – que son los más comunes).

Tabla 2. Importancia relativa de dos elementos con respecto al elemento común.

Intensidad de importancia – Escala numérica	Significado – Escala Verbal	Explicación
1	Igual importancia	El atributo ubicado en la fila (i) es de igual importancia que el atributo ubicado en la columna (j)
3	Moderadamente importante	El atributo ubicado en la fila (i) es moderadamente importante en relación con el que está en la columna (j)
5	Fuertemente importante	El atributo ubicado en la fila (i) es fuertemente importante con relación al que está en la columna (j)
7	Muy fuertemente importante	El atributo ubicado en la fila (i) es muy fuertemente importante con relación al que está en la columna (j)
9	Extremadamente importante	El atributo ubicado en la fila (i) es extremadamente importante con relación al que está en la columna (j)
2,4, 6,8	Valores intermedios	

Fuente: Tomada de Saaty (1994).

La construcción del cuestionario partió con la generación de ítems según las capacidades incluidas en ITIL V3 (Tabla 3), para la gestión de la Nube. Se pidió validación de los ítems por parte de 5 expertos. Cada uno de los expertos recibió el listado de las capacidades un listado con 25 ítems que debían calificar en una escala de 1 a 5 (siendo 1 la calificación más baja, y 5, la calificación más alta) considerando el nivel de pertinencia y relevancia del ítem para la categoría de estudio, la calidad de la sintaxis y la semántica de la redacción. Con este instrumento se aplicó un piloto a 3 personas y con los resultados se procedió a realizar los ajustes de los ítems para de esta forma determinar finalmente el instrumento que se sometería a la muestra de estudio.

El cuestionario final es formal y estructurado y consta de tres partes: a) preguntas para validación de la relación positiva de los criterios y subcriterios con el objetivo, b) preguntas para realizar comparaciones por pares entre los elementos de evaluación y c) preguntas para diagnóstico de Madurez de Gestión de Servicios en la nube.

Tabla 3. Dimensiones y Capacidades.

Dimensión	Capacidad
ES Estrategia de Servicio	ES1 Gestión de Estrategia ES2 Gestión de Portafolio de Servicios ES3 Gestión Financiera de Servicios de TI ES4 Gestión de la Demanda ES5 Gestión de la Relación de Negocio
DS Diseño de Servicio	DS1 Catálogo de servicios DS2 Gestión de Niveles de Servicio DS3 Gestión de disponibilidad DS4 Gestión de capacidad DS5 Gestión de la continuidad de servicio de TI DS6 Sistema de Gestión de seguridad de Información DS7 Gestión de Proveedores
TS Transición de Servicio	TS1 Gestión de cambios TS2 Gestión de configuración y activos TS3 Pruebas de servicio y aceptación TS4 Gestión de liberaciones e implementaciones TS5 Gestión de conocimientos
OS Operar Servicio	OS1 Gestión de Requerimientos OS2 Gestión de Incidentes OS3 Gestión de problemas OS4 Gestión de Accesos y seguridad OS5 Gestión de eventos
MC Mejora continua de Servicios	MC1 Procesos de Mejora MC2 Reporteo MC3 Medición de servicio

Fuente: Elaboración propia.

Validación del Instrumento (cuestionario)

Es conveniente destacar que la característica fundamental de los ítems es que las respuestas se delimitan en una escala tipo Likert como sigue: 1= Totalmente en desacuerdo; 2= En desacuerdo; 3= Neutral; 4= De acuerdo; 5= Totalmente de acuerdo.

Se generó una escala de evaluación que permite establecer si la percepción reflejada en las dimensiones revela las capacidades que favorecen la reducción en costos, donde se determinan 5 niveles de impacto (bajo, medio o alto) en la reducción de costos (Parte I). En nuestro caso se utilizó una escala de 5 niveles (nada de influencia, poca influencia, mediana influencia, bastante influencia e influencia total). La Tabla 4 muestra el parámetro de comparación.

Tabla 4. Parametrización de la escala.

Escala	Descripción
4.01 – 5	influencia total
3.01 – 4	bastante influencia
2.01 – 3	mediana influencia
1.01 – 2	poca influencia
0.00 – 1	nada de influencia

Fuente: Elaboración propia.

La información obtenida fue procesada mediante el programa estadístico SPSS Versión 23. Los resultados de esta investigación proporcionaron, de acuerdo con la metodología explicada por Hernández, *et al.* (2010), un Alfa de Cronbach de 0.937 lo que nos permite determinar que el instrumento hace mediciones estables y consistentes (Tabla 5).

Tabla 5. Análisis de confiabilidad.

Estadísticas de fiabilidad			
Alfa de Cronbach	de	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N. de elementos
0.937		0.935	25

Fuente: Elaboración propia. Resultados SPSS 23.

Para establecer la validez del instrumento para los componentes de reducción de costos, se realizó un análisis exploratorio factorial mediante el método de componentes principales tomado de Aurea (2019) una matriz rotada con normalización Varimax obteniendo un indicador de adecuación de los datos para realizar el análisis de factores de Kaiser (1974), Cerny & Kaiser (1977); donde la prueba de Kaiser- Meyer-Olkin (KMO) arrojó un valor de 0.785 y la prueba de

esfericidad de Bartlett tomado de Hernández *et al.* (2010), fue estadísticamente significativa, aproximadamente:

$$\chi^2 = 1253.874 \text{ con } p < 0.05 \text{ (Ec.2).}$$

Donde:

“ χ^2 ” es el Chi cuadrado

“p” es la significancia, la cual tuvo un valor de 0

Buscando el contraste de consistencia de juicios comparativos entre los criterios realizados por los expertos, la técnica AHP propone el cálculo de un radio de consistencia. En este sentido Saaty (1994) recomienda un radio de consistencia de 0.1 o menor así que la comparación de pares tomada por el experto pueda considerarse aceptable. En este caso se tomó el número asociado a los valores de comparación para obtener el radio de consistencia de las matrices de comparación. Para identificar el peso de las capacidades sobre la reducción de costos, el AHP permite la jerarquización de opiniones subjetivas, haciendo posible un tratamiento cuantitativo que permite calcular un valor estimado de importancia relativa de cada atributo perteneciente a cada criterio, subcriterio y alternativa con el fin de alcanzar una meta. Gráficamente, la estructura del AHP se observa en la Tabla 1. La importancia relativa de los atributos se obtiene a partir de un proceso que se inicia con la construcción de una matriz de comparación de parejas o matriz de preferencia¹, luego es necesario calcular el vector de prioridad (eigen vector) constituido por las notas o pesos ponderados dados a los atributos que determinan la jerarquía que el atributo tiene en relación con los otros atributos en la matriz de preferencia (Parte II). Finalmente, se debe determinar la consistencia de la matriz de preferencia y, para tal fin, se calculan el valor de prioridad (eigen value) y la razón de consistencia.

Finalmente se tomó la tercera parte del cuestionario como el de diagnóstico (Parte III). Éste incluye una escala de medición de madurez de 1 -5 basado en CMMI, para evaluar la gestión de servicios en la nube.

La validez del instrumento de diagnóstico de madurez de procesos se basa en la escala de Madurez del CMMI y la Guía práctica de medición de niveles de madurez para ITIL (2013).

Los niveles de madurez en CMM que se aplican a la evaluación son: 1) Inicial. El proceso se improvisa y depende de individuos; 2) Gestionado. Se gestiona con mecanismos control, aunque con procesos no necesariamente acordados; 3) Definido. Existen procesos estándares compartidos y guías de adaptación adecuadas; 4) Gestionado Cuantitativamente; y 5) Mejorado Continuamente

Tanto (4) como (5) definen una alta madurez con un entendimiento exacto del rendimiento de proceso y una gestión cuantitativa.

El nivel de madurez de una organización se relaciona con un conjunto de Metas Genéricas y Practicas Genéricas asociadas a un grupo de áreas de proceso. En la Tabla 6 se muestran las áreas de proceso por categoría de proceso y nivel de madurez definido por un grupo de expertos a quienes se les pidió identificar un nivel de madurez recomendada para lograr el objetivo de reducción de costos.

Tabla 6. Ejemplo de Niveles de madurez recomendada.

Dimensión	Capacidad	Nivel de madurez
ES Estrategia de Servicio	ES1 Gestión de Estrategia	3
	ES2 Gestión de Portafolio de Servicios	4
	ES3 Gestión Financiera de Servicios de TI	4
	ES4 Gestión de la Demanda	4
	ES5 Gestión de la Relación de Negocio	4
DS Diseño de Servicio	DS1 Catálogo de servicios	4
	DS2 Gestión de Niveles de Servicio	4
	DS3 Gestión de disponibilidad	3
	DS4 Gestión de capacidad	4
	DS5 Gestión de la continuidad de servicio de TI	4
	DS6 Sistema de Gestión de seguridad de Información	3
	DS7 Gestión de Proveedores	4
TS Transición de Servicio	TS1 Gestión de cambios	4
	TS2 Gestión de configuración y activos	4
	TS3 Pruebas de servicio y aceptación	3
	TS4 Gestión de liberaciones e implementaciones	4
	TS5 Gestión de conocimientos	3
OS Operar Servicio	OS1 Gestión de Requerimientos	4
	OS2 Gestión de Incidentes	3
	OS3 Gestión de problemas	3
	OS4 Gestión de Accesos y Seguridad	3
	OS5 Gestión de eventos	4
MC Mejora continua de Servicios	MC1 Procesos de Mejora	3
	MC2 Reporteo	3
	MC3 Medición de servicio	3

Fuente: Elaboración propia.

La herramienta desarrollada tiene como objetivo: “Identificar el nivel de madurez de capacidades de gestión de servicios de TI en la nube para lograr la reducción de costos”.

En la parte III del cuestionario, se califica para cada capacidad dentro de cada dimensión de la Tabla 7 con las siguientes instrucciones: Se indica con una X la opción que más se acerque a la opinión de la encuesta sobre el nivel de madurez de las capacidades para gestionar servicios en la nube y su impacto en reducción de Costos.

Tabla 7. Niveles de Madurez.

Valor	Nombre	Descripción	Mapa de calor
0	Ninguno	No hay necesidad de la capacidad de gestión de servicios en la nube para reducir costos	
1	Inicial	Hay reconocimiento de capacidad de gestión de servicios en la nube para reducir costos	
2	Repetible	Existe la capacidad de gestión de servicios en la nube, pero no documentado para reducir costos	
3	Definido	Existe la capacidad de gestión de servicios en la nube y documentado adecuadamente para reducir costos o reducir el tiempo al mercado, sin embargo, el proceso de evaluación no está documentado y los empleados están conscientes de sus responsabilidades de gestión	
4	Administrado	Hay una capacidad de gestión de servicios en la nube en forma efectiva con documentación formal de evaluación de la gestión lo cual se realiza en forma frecuente. Un limitado, uso táctico de tecnología se aplica para automatizar la gestión.	
5	Optimizado	La evaluación de la capacidad de gestión es continua, basada en autoevaluaciones y análisis de brechas y causa raíz. Los empleados se involucran proactivamente en mejorar las capacidades de gestión de servicios en la nube	

Fuente: CMMI (2013).

Detalles de aplicación del cuestionario

Este se aplicó a un grupo de administradores de TI dentro de un total de 30 expertos. Este número se seleccionó de acuerdo con Mertens (2005) y Hernandez *et al.* (2014) para estudios cualitativos donde se considera el caso de teoría fundamentada, entrevistas y observaciones. Además, con la ayuda de la técnica de AHP y los valores priorizados y pesos dados por los expertos, se identificó el nivel de competitividad y las áreas de mejora dentro de la gestión de servicios en la nube que pueden aplicarse para incrementar la competitividad derivada de la reducción de costos. Se seleccionaron expertos de diferentes organizaciones de consumo, desde tamaño medio y grandes corporativos. Se seleccionaron los expertos por su nivel de preparación y experiencia en gestión de servicio de TI. Se incluye una semblanza de 5 de los entrevistados como referencia (Tabla 8).

Tabla 8. Semblanza de entrevistados.

Entrevista do	Formación	Experiencia	¿Por qué fue seleccionado?	Empresa y nivel de digitalización
1	Lic. Computación Maestría en Ciencias y TI., ITIL Foundations COBIT Foundations, TOGAF Certified	10 años de experiencia en TI Arquitecto de software Sr SW Engineer Chief SW Engineer	Por la experiencia en desarrollo de SW y de servicios en sitio. Actualmente migrando servicios a la nube	Empresa global de venta al pormenor. 50% de nivel de digitalización.
2	Ing. en Sistemas Computacionales Maestría Administración, ITIL Expert, COBIT Foundations, ISO 20000, ISO 38500 (IT Governance), CSI, Six sigma Black Belt	20 años en Gestión de Servicios de TI, mejor continua, Gobierno de TI y Gestión de proyectos Líder de Gestión de procesos y Calidad Líder de Gestión de TI Gestión de proyectos de mejora	Por la experiencia en gestión de servicios de TI, de Gestión de aplicaciones, Gestión de servicios en nube y proyectos de transformación de TI	Empresa mexicana con presencia en al menos 20 ciudades en México con venta de ropa. 70% digitalización
3	Ing. Sistemas computacionales Maestría en TI, ITIL Foundations COBIT Foundations, PMO	10 años en proyectos de mejoras de TI, gestión de proyectos y desarrollo de SW. Gestión de TI y aplicaciones en nube.	Por la parte de desarrollo de proyectos de aplicaciones y de negocio	Empresa de venta, producción y distribución de bebidas azucaradas 40 % de nivel de digitalización
4	Ing. Sistema Computacionales Maestría en Ciencias, Computacionales, ITIL Expert	14 años en investigación y desarrollo de TI, Telecomunicaciones y Gestión de TI	Por la parte de Investigación, metodologías de gestión de TI y aplicaciones	Empresa de venta, producción y distribución de cerveza 70 % de nivel de digitalización
5	Lic. Electrónica, Maestro en Administración, ITIL Expert, TOGAF COBIT	20 años de Experiencia en proyectos de transformación de negocios y TI Gestión de proyectos y programas Proyectos de migración a la nube	Por la experiencia en proyectos de TI, de negocio y gestión de la nube	Empresa de soporte de infraestructura que opera servicios de TI. 80% de nivel de digitalización

Fuente: Elaboración propia.

El procedimiento de investigación se llevó a cabo por medio de encuesta y el instrumento de recolección de datos fue un cuestionario impreso que se describe en la sección de metodología en este documento.

El cuestionario tuvo tres objetivos: (1) identificar la relación de las capacidades de gestión de servicios de TI en la nube con la reducción de costos, (2) priorizar las capacidades de gestión de servicio en la nube con respecto a la competitividad para generar la importancia y el peso dado por expertos a cada capacidad que impacte positivamente en la reducción en costos y agilidad al mercado; y (3) realizar una evaluación de nivel de madurez de capacidades de gestión de servicios en la nube recomendado para lograr un nivel requerido de competitividad.

Resultados

Relación de variables

Las dimensiones que son completamente favorables a la variable independiente de reducción de costos son la Estrategia de Servicio, Diseño de Servicio y Operación de Servicio (Fig. 14). El resultado de la media para reducción de costos es de 4.23 en la dimensión de Estrategia de Servicio, 4.19 en la dimensión de Diseño de Servicio y 4.03 en Operación de Servicio. Los estadísticos descriptivos de cada dimensión se muestran en la Tabla 9.

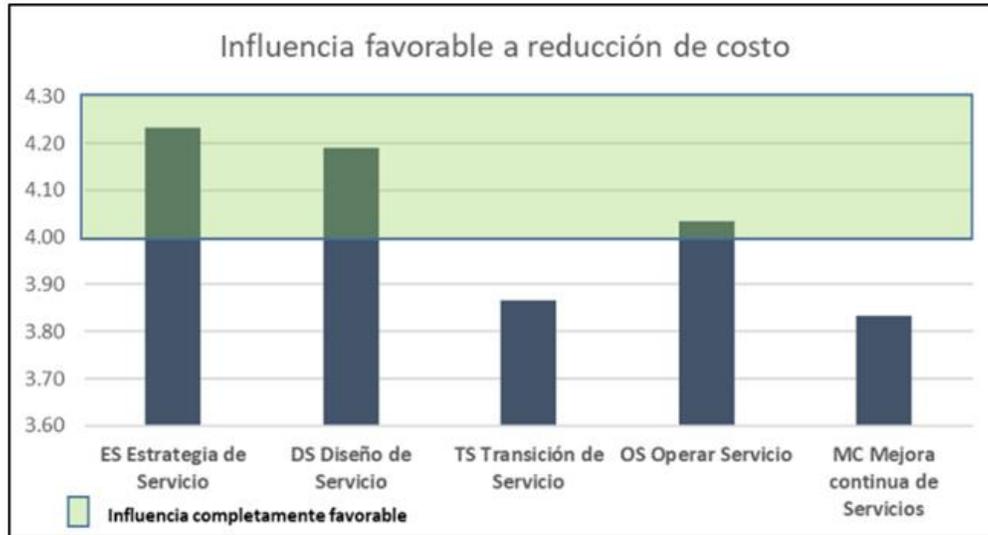


Fig. 14. Dimensiones completamente favorables a la reducción de costo.
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 9. Estadísticos descriptivos.

Dimensión		Media	Desviación estándar
Reducción de Costos	ES Estrategia de Servicio	4.23	0.83
	DS Diseño de Servicio	4.19	0.94
	TS Transición de Servicio	3.87	1.07
	OS Operar Servicio	4.01	1.04
	MC Mejora continua de Servicios	3.83	1.08

Fuente: Elaboración propia.

Se realizó una regresión múltiple estándar entre la dimensión Estrategia de Servicio (variable dependiente [VD]), DS y OS como medidas de control (variables independientes [VI]). Los resultados de los supuestos confirmaron la inviolabilidad de la normalidad, linealidad y homocedasticidad de los residuos. Al recurrir al criterio de $p < 0,001$ para la distancia Mahalanobis, no fue encontrado ningún atípico. La Tabla 10 presenta las correlaciones entre las variables, los coeficientes de regresión no normalizados (B) y la ordenada de origen (constante), así como los coeficientes de regresión normalizados (β), o R^2 y R^2 ajustado. El valor de R para la regresión reveló significancia estadística [$F = 77.13, p < 0,001$], lo que permite concluir que, globalmente, DS y TS explica el 84 % de la alta influencia en Reducción de costos de la Estrategia de Servicio (N = 10).

	Estrategia de Servicio	B	β
Diseño de servicio	0.59	0.16	0.35
Operación de servicio	0.25	0.18	0.45
$p < 0,001$		R^2 0.592	
		R^2 ajustado 0.585	
		R 0.76	

Tabla 10. Regresión múltiple estándar y correlación entre variables ES, OS y TS.

Fuente: Elaboración propia.

Debido a que se identificó que varias dimensiones tenían valores similares, se estableció la relación existente entre las capacidades de la Dimensión de Estrategia de Servicio, que fue evaluada con la mayor media en el estudio de impacto a reducción de costos (4.23), las capacidades de las dimensiones de Diseño de Servicio con la segunda mejor media (4.19) y finalmente Gestión de Operación (4.01) (ver F). Para ello se realizó primero una identificación de la media más alta de cada capacidad en las tres dimensiones (ES, DS y OS).

A continuación, se realizó un análisis de correlación entre las capacidades con mayor media para identificar cuales tenían relación (ver Tabla 12). Se determina que la correlación arriba de 75% es significativa. Obteniendo que la correlación muestra dentro las dimensiones de Estrategia de Servicio, Diseño de Servicios y Operación de Servicios, las capacidades que muestra alta correlación son: 1) ES4 Gestión de la Demanda con ES1 Gestión de Estrategia, ES2 Gestión de Portafolio de Servicios y ES3 Gestión Financiera de Servicios de TI; 2) ES5 Gestión de la Relación de Negocio con ES1 Gestión de Estrategia y ES4 Gestión de la Demanda; 3) DS2 Gestión de Niveles de Servicio con ES1 Gestión de Estrategia, ES3 Gestión Financiera de Servicios de TI, ES4 Gestión de la Demanda y ES5 Gestión de la Relación de Negocio; 4) DS3 Gestión de disponibilidad con ES5 Gestión de la Relación de Negocio; 5) DS3 Gestión de Capacidad con ES1 Gestión de Estrategia y ES5 Gestión de la Relación de Negocio; 6) DS6 Sistema de Gestión de seguridad de Información con ES2 Gestión de Portafolio de Servicios; 7) DS7 Gestión de Proveedores con ES2 Gestión de Portafolio de Servicios, Gestión de Accesos y Seguridad; 8) OS3 Gestión de problemas con ES4 Gestión de la Demanda y OS2 Gestión de Incidentes; 9) OS4 Gestión de Accesos y Seguridad con ES4 Gestión de la Demanda, OS2 Gestión de Incidentes y OS3 Gestión de problemas; y 10) OS5 Gestión de eventos con ES4 Gestión de la Demanda, OS2 Gestión de Incidentes, OS3 Gestión de problemas y Gestión de Accesos y Seguridad.

Aplicando el análisis factorial para reducir el número de variables e identificar las categorías la que tienen relación entre sí, se obtiene la siguiente grafica de sedimentación donde se muestran los componentes o categorías de relación. Se aplica la gráfica de sedimentación para seleccionar el número de componentes que se usarán con base en el tamaño de los valores propios, el valor es de 5 componentes de acuerdo con la Fig. 15, los cuales explican la mayor proporción de la variabilidad y por tanto son relevantes.



Fig. 15. Gráfica de Sedimentación.
Fuente: Elaboración propia.

Con el número de componentes, se identifican las categorías que explican las varianzas totales de las variables (Tabla 11).

Tabla 11. Varianza total explicada.

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de cargas al cuadrado de la extracción			Sumas de cargas al cuadrado de la rotación		
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
1	12.614	50.455	50.455	12.614	50.455	50.455	9.490	37.962	37.962
2	4.819	19.277	69.732	4.819	19.277	69.732	6.060	24.239	62.201
3	4.152	16.608	86.340	4.152	16.608	86.340	4.884	19.534	81.735
4	2.246	8.982	95.322	2.246	8.982	95.322	2.291	9.165	90.900
5	1.169	4.678	100.000	1.169	4.678	100.000	2.275	9.100	100.000

Fuente: Elaboración propia

El siguiente paso es obtener el resultado de la matriz de componente rotado, el cual nos ayuda a identificar las correlaciones entre las variables

Tabla 12. Matriz de componente rotado por componente o categoría.

Matriz de componente rotado^a

	Componente			
	1	2	3	4
OS5	0.951	0.094	0.029	-0.064
DS2	0.926	0.121	-0.051	0.256
ES4	0.888	-0.002	0.342	0.207
ES1	0.809	0.527	0.165	-0.077
OS4	0.791	-0.550	-0.169	-0.080
ES5	0.690	0.562	0.056	0.411
OS3	0.682	0.423	0.036	0.355
DS5	0.084	0.956	-0.037	-0.280
DS3	0.154	0.869	0.160	0.438
DS6	0.100	0.734	0.664	-0.104
DS4	0.646	0.692	0.212	-0.016
DS7	-0.014	0.172	0.920	-0.205
OS1	0.403	-0.192	0.840	-0.299
ES2	-0.247	0.495	0.805	0.207
ES3	-0.488	0.158	-0.631	0.562
DS1	0.013	0.204	0.281	0.878
OS2	0.424	0.465	-0.057	0.761

Método de extracción: análisis de componentes principales.

Método de rotación: Varimax con normalización Kaiser.

a. La rotación ha convergido en 12 iteraciones.

Fuente: Elaboración propia – SPSS 23.

La relación por componente se obtiene de la matriz de componente rotado (Tabla 12): 1) OS5 Gestión de eventos, DS2 Gestión de Niveles de Servicio, ES4 Gestión de la Demanda, ES1 Gestión de Estrategia, OS4 Gestión de Accesos y Seguridad, ES5 Gestión de la Relación de Negocio, OS3 Gestión de problemas; 2) DS5 Gestión de la continuidad de servicio de TI, DS3 Gestión de disponibilidad, DS6 Sistema de Gestión de seguridad de Información, DS4 Gestión de Capacidad; 3) DS7 Gestión de Proveedores, OS1 Gestión de Requerimientos ES2 Gestión de Portafolio de Servicios; y 4) ES3 Gestión Financiera de Servicios de TI, DS1 Catálogo de servicios, OS2 Gestión de Incidentes.

Aplicación de la jerarquización

Para identificar el peso de las capacidades sobre la reducción de costos, se aplicó AHP para obtener la jerarquización de opiniones subjetivas, haciendo posible un tratamiento cuantitativo que permite calcular un valor estimado de importancia relativa de cada atributo perteneciente a cada criterio, subcriterio y alternativa con el fin de alcanzar una meta.

Para todas las dimensiones se identificó la importancia relativa de los atributos se obtenida a partir de la encuesta que respondieron los 10 expertos sobre las matrices de las 5 dimensiones que impacten en reducción en costos. A nivel Dimensión y a nivel Capacidad se obtuvieron los valores siguientes de Peso. Donde los pesos locales se refieren a las capacidades por cada dimensión y los pesos globales se refieren al peso relativo con respecto a las 5 dimensiones por reducción en. Se obtuvo la Tabla 13 donde se identifican como prioritarios aquellos que tienen un peso por arriba de la media 0.04 (4%).

Tabla 13. Resultados de priorización con pesos relativos de todas las capacidades.

		Peso		Peso Local	Peso global
Evaluar el impacto en la reducción de costos derivada de madurez de capacidades de gestión de servicios de cómputo en la nube.	ES Estrategia de Servicio	0.30	ES1 Gestión de Estrategia	0.28	0.085
			ES2 Gestión de Portafolio de Servicios	0.25	0.077
			ES3 Gestión Financiera de Servicios de TI	0.19	0.059
			ES4 Gestión de la Demanda	0.17	0.052
			ES5 Gestión de la Relación de Negocio	0.10	0.030
	DS Diseño de Servicio	0.29	DS1 Catálogo de servicios	0.20	0.058
			DS2 Gestión de Niveles de Servicio	0.19	0.056
			DS3 Gestión de disponibilidad	0.14	0.041
			DS4 Gestión de capacidad	0.13	0.040
			DS5 Gestión de la continuidad de servicio de TI	0.11	0.032
			DS6 Sistema de Gestión de seguridad de Información	0.08	0.025
			DS7 Gestión de Proveedores	0.15	0.043
	TS Transición de Servicio	0.13	TS1 Gestión de cambios	0.28	0.037
			TS2 Gestión de configuración y activos	0.22	0.029
			TS3 Pruebas de servicio y aceptación	0.18	0.024
			TS4 Gestión de liberaciones e implementaciones	0.17	0.022
			TS5 Gestión de conocimientos	0.15	0.019
	OS Operar Servicio	0.18	OS1 Gestión de Requerimientos	0.24	0.045
			OS2 Gestión de Incidentes	0.28	0.052
			OS3 Gestión de problemas	0.17	0.031
			OS4 Gestión de Accesos y Seguridad	0.17	0.031
OS5 Gestión de eventos			0.14	0.026	
MC Mejora continua de Servicios	0.09	MC1 Procesos de Mejora	0.41	0.036	
		MC2 Reporteo	0.35	0.031	
		MC3 Medición de servicio	0.24	0.021	

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 13 muestra las capacidades listadas por prioridad, para obtener la reducción de costos: ES1 Gestión de Estrategia, ES2 Gestión de Portafolio de Servicios, ES3 Gestión Financiera de Servicios de TI, DS1 Catálogo de servicios, DS2 Gestión de Niveles de Servicio, ES4 Gestión de la Demanda, OS2 Gestión de Incidentes, OS1 Gestión de Requerimientos, DS7 Gestión de Proveedores, DS3 Gestión de Disponibilidad, DS4 Gestión de capacidad.

Nivel de Madurez

Los resultados de la tercera parte de la encuesta, donde se preguntó el nivel de madurez que se requiere para impactar positivamente en la reducción de costos. Los resultados se muestran en la Tabla 14. Donde el nivel de madurez se define en la Tabla 7.

Tabla 14. Resultados de nivel de madurez para mejorar la reducción en costo.

ID	Capacidad	Nivel de madurez
1	ES1 Gestión de Estrategia	4
2	ES2 Gestión de Portafolio de Servicios	3
3	ES3 Gestión Financiera de Servicios de TI	4
4	ES4 Gestión de la Demanda	3
5	ES5 Gestión de la Relación de Negocio	4
6	DS1 Catálogo de servicios	3
7	DS2 Gestión de Niveles de Servicio	4
8	DS3 Gestión de disponibilidad	3
9	DS4 Gestión de capacidad	4
12	DS7 Gestión de Proveedores	4
19	OS2 Gestión de Incidentes	3
20	OS3 Gestión de problemas	3
21	OS4 Gestión de Accesos y Seguridad	3
22	OS5 Gestión de eventos	4

Fuente: Elaboración propia.

De los resultados mostrados en la Tabla 14 se desprende el perfil recomendado para tener un nivel alto de impacto a la reducción de costos. El paso final fue integrar los resultados en el Modelo de la sección 3 de este documento.

Herramienta de diagnóstico

La herramienta desarrollada para el diagnóstico permite medir el nivel de madurez de las dimensiones y capacidades de servicios de TI en la nube (ver Fig. 1) en las compañías de consumo. La herramienta toma en cuenta el nivel de madurez de las capacidades definidas en la Tabla 7. Esta tabla incluye una descripción de mapa de calor correspondiente a cada nivel de madurez para permitir dar un resultado más gráfico al resultado de la evaluación.

Cada evaluación de capacidad se divide en 5 niveles alineados con los niveles de madurez, con una descripción por nivel donde se selecciona el estado actual y el futuro de cada capacidad. A continuación, se muestra un ejemplo de cómo se aplica la herramienta de evaluación para una capacidad en la Tabla 15. En este ejemplo se incluye una columna que contiene una descripción del que de la selección del nivel de madurez para mayor información en el análisis de resultados. Se incluye también un apartado donde se describen las acciones iniciales recomendadas.

Tabla 15. Ejemplo de resultado de Estado actual de Evaluación de Madurez.

Estrategia de Servicio					
Gestión de Estrategia	Selecciona un enunciado	Nivel Actual	Racional para la selección	Nivel Meta	Plan de acción y soporte requerido
0.- Ninguno	Capacidad ausente	○		○	
1 - Inicial	No existe una estrategia formal de gestión de servicios en la nube, o es limitada e informal. No hay procesos o procedimientos establecidos para desarrollar y gestionar servicios en la nube, los individuos en la organización crean alguna dirección, pero no una estrategia clara de patrocinio y sin roles y responsabilidades acordadas.	○		○	
2 - Repetible	Existe una estrategia para servicios en la nube, pero la gestión de la estrategia no esta completamente formalizada ni mantenida. Algunos roles esta definidos en terminos del patrocinio de la estrategia, pero las metas no estan establecidas para gestionar el desempeño en relación a la estrategia de servicios en la nube. TI y el negocio tienen reuniones poco frecuentes de estrategia donde el negocio define la estrategia que TI debe seguir sin una discusión, planeación y acuerdo en forma conjunta de la dirección.	●		○	
3 - Definido	La estrategia de servicios en la nube esta bien definida y mantenida con procesos y procedimientos formalizados. El negocio y TI se reúnen regularmente para entender la posición de cada uno, perspectivas y planes respectivos para el periodo que viene. TI activamente busca lograr los requerimientos de negocio y la eficiencia en costos priorizando la planeación de servicios en la nube. La responsabilidad de todos los aspectos de la estrategia de TI esta claramente documentada y acordada, con métricas básicas que se monitorean en relación a la gestión, entrega de la estrategia y la eficiencia en costos.	○		○	
4 - Administrado	TI y el negocio llevan a cabo evaluaciones estratégicas regularmente para entender las áreas de mercado disponibles y las oportunidades de TI de apoyar al negocio en lograr y mejorar los objetivos de mercado aplicando la tecnología de Nube. Las oportunidades acordadas se documentan en el portafolio de Servicios y progresan a través de el ciclo de vida del servicio. La estrategia de nube se usa como referencia para la entrega de servicios en la nube y los desarrollos.	○		●	
5 - Optimizado	Un mecanismo completo establecido donde se crea en forma conjunta la estrategia de nube por TI y el negocio, se actualiza regularmente permitiendo que TI y el negocio exploren nuevas oportunidades en cada area. Se mejoran en forma continua procesos, herramientas, procesos capacidades y habilidades para incorporar las mejores prácticas.	○		○	

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de la encuesta se reflejan en el modelo en forma de mapa de calor. Se tienen entonces dos resultados, el estado actual de capacidades (Fig. 16) y el estado óptimo que es el que se definió con la investigación inicial.

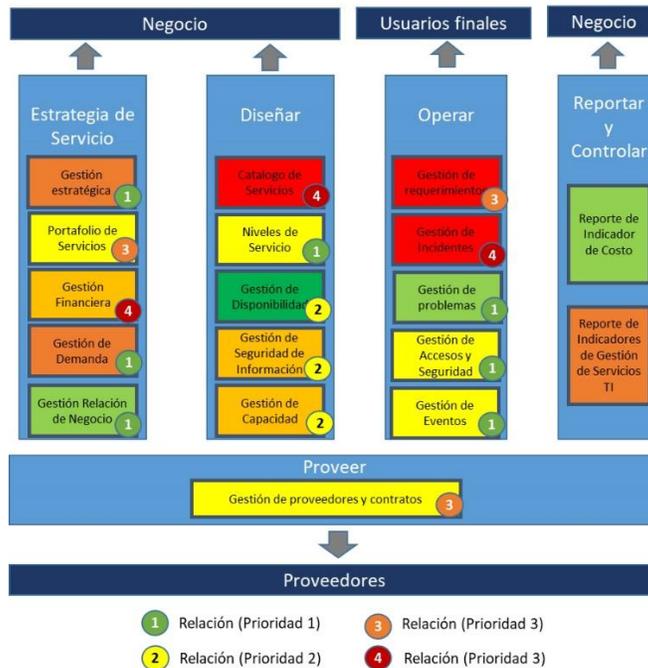


Fig. 16. Ejemplo de resultado de Estado actual de Evaluación de Madurez.

Fuente: Elaboración propia.

El resultado del diagnóstico muestra también el mapa de estado futuro. Y muestra un reporte por dimensión y capacidad (ver Fig. 17).

Capacidad	Ninguno	Inicial	Repeatable	Definido	Administrado	Optimizado
Estrategia de Servicio						
ES1 Gestión de Estrategia			○		●	
ES2 Gestión de Portafolio de Servicios		○		●		
ES3 Gestión Financiera de Servicios de TI			○			●
ES4 Gestión de la Demanda			○		●	
ES5 Gestión de la Relación de Negocio		○		●		
Diseño de Servicio						
DS1 Gestión de Catalogo de Servicio			○	●		
DS2 Gestión de Niveles de Servicios		○			●	
DS3 Gestión de la Disponibilidad		○			●	
DS4 Gestión de Capacidad		○		●		
DS7 Gestión de Proveedores			○		●	
Operación de Servicio						
OS2 Gestión de Incidentes			○			●
OS3 Gestión de problemas			○		●	
OS4 Gestión de Accesos y Seguridad			○	●		
OS5 Gestión de eventos		○			●	
Reportar						
Reporte Indicadores de costo		○		●		
Reporte Indicadores de Gestión			○		●	
Proveer						
Gestión de proveedores y contratos			○		●	

Nivel Actual ○

Nivel Meta ●

Fig. 17. Reporte de Capacidades.
Fuente: Elaboración propia.

Con el reporte de estado actual y futuro con respecto a las capacidades identificadas se diseña un plan de acción para cerrar las brechas. Este plan incluye acciones para lograr implementar

procesos, procedimientos, herramientas, indicadores, roles y responsabilidades, personal e inversión no descritas en este estudio al ser parte de recomendaciones generales de ITIL v3. Estas recomendaciones son acordes a la compañía donde se implementarán.

Diseño del Modelo de Gestión

El modelo de gestión propuesto considera las capacidades de gestión basadas en ITIL (Tabla 7). Esta lista reducida de capacidades se seleccionó al aplicar la herramienta de diagnóstico desarrollada en este estudio y detallada en la metodología. Este modelo está optimizado para influir favorablemente en la reducción de costos en la gestión de servicios de cómputo en la nube. Las dimensiones listadas en la Tabla 1 se relacionaron de acuerdo con el proceso de Gestión de Servicios de TI tradicional de ITIL (2013):

- Estrategia de Servicios
- Diseño de Servicios
- Operación de Servicios
- Módulo para reportar resultados

Solo se consideran las capacidades evaluadas con mayor prioridad e influencia en eficacia de costos. La relación de estas dimensiones sigue las mejores prácticas de ITIL (2013). El resultado es la Fig. 1. Las flechas en el modelo corresponden a las relaciones entre las diferentes capacidades que se consideran para generar las recomendaciones de mejora.

Resultado de Implementación en Compañía de Consumo

Analizando la situación específica de la empresa estudiada se determinó implementar solo 3 procesos de los recomendados: Gestión de Demanda, Gestión de relación con proveedores y Gestión Financiera de TI.

Otro punto importante para resaltar es que fue necesario por parte de la organización invertir en consultoría de expertos de ITIL para la implementación de las capacidades. Esto tomó 2 semanas iniciales y 3 días diferidos de seguimiento por parte de 2 consultores. Esta inversión fue un 2% del costo mensual de operadores de TI, lo cual se pudo financiar por la reducción lograda posteriormente en el costo.

Una segunda evaluación se realizó después de 4 meses mostró una adopción y nivel de madurez administrado de las capacidades recomendadas. Esto significa que estas capacidades de gestión muestran efectividad y cuentan con documentación formal de evaluación de gestión lo cual se realiza de forma frecuente. Se aplica un limitado uso de tecnología para automatizar la gestión. Lo cual se confirma con el uso de aplicaciones de gestión de demanda de servicios en la nube de forma semiautomática.

Los resultados de la medición del indicador del Costo Operativo / Presupuesto de TI muestra una reducción de 9% en un periodo de 6 meses de septiembre de 2018 a febrero de 2019.

Discusión

De la literatura se obtiene que el porcentaje estimado de reducción de costos es de un 10% correspondiente a personal de TI. De los resultados aplicando la regresión, la AHP y el nivel de madurez se puede implicar que las capacidades que impactan positivamente la reducción de costos son la de estrategia, diseño de servicio y operación de servicios.

Dentro de la estrategia, Gestionar la estrategia es una capacidad que naturalmente ayuda a definir la forma en que se generan los servicios de tecnología, lo cual es un rasgo general de las organizaciones. El portafolio de servicios nos ayuda a identificar qué servicios son más prioritarios y aquellos que darán más valor al negocio. La gestión financiera permite identificar los costos planeados y los reales asociados a la operación de los servicios. La gestión de la demanda ayuda a determinar qué nivel de servicios serán requeridos y prepara a determinar los requerimientos necesarios para satisfacerla. Y finalmente la gestión de relación de negocio ayuda a identificar como se entregarán estos servicios y por lo tanto determina los costos asociados.

Dentro del Diseño del Servicio, se encuentra que diseñar es una capacidad que ayuda a identificar las características del servicio que impactan positivamente en la reducción de costos, estos servicios se diseñan de la misma manera en las compañías en general y especialmente en las de consumo. El catálogo de servicios permite identificar los servicios y categorizar aquellos alineados a la reducción de costos. Lo siguiente es el nivel de servicios donde se fijan las metas las cuales estarán relacionadas positivamente con los costos. La gestión de capacidad nos indicará que es necesario para entregar los servicios de una manera óptima y pronosticando el crecimiento de forma dinámica lo cual apoya directamente la reducción en costos. Finalmente gestionar

proveedores es una manera en la cual se puede identificar y negociar contratos que considere los costos planeados.

La operación de servicio incluye a los incidentes, problemas y eventos que son comunes a todas las organizaciones y son fuentes de costos, por lo que el tener las capacidades de gestión impacta positivamente. Los costos que surjan de los accesos y problemas de seguridad pueden ser muy altos por lo que las capacidades relacionadas permiten reducirlos.

El presente trabajo se limita únicamente a lograr la reducción de costos. En organizaciones cuya prioridad no es alcanzar la meta anteriormente mencionada, el modelo propuesto podría no ser el más adecuado.

Este modelo también considera como premisa el considerar en su gestión de servicio una metodología basada en ITIL, la cual no es aplicable en todas las organizaciones. Y finalmente es necesario considerar indicadores de costo que estén implementados que permitan medir efectivamente los resultados planeados.

Conclusiones

La investigación tuvo como objetivo diseñar un modelo de diagnóstico de la Gestión de Servicios de TI para identificar las capacidades de gestión de servicios en la Nube requeridas que se relacionen directamente con el incremento de la reducción en costos y que por ende mejoren la competitividad en compañías de consumo que operan utilizando el Internet como plataforma comercial y de servicios. Para ello se propuso la identificación de las capacidades que tiene como fuente los estándares, guías y mejores prácticas de Gestión de Servicios de TI (ITIL), así como la confirmación de las capacidades por medio de encuestas a expertos en la tecnología de nube y su posterior implementación una compañía de consumo.

Los resultados presentados permitieron construir del modelo de gestión que incluye una herramienta de diagnóstico basado en la Evaluación de Nivel de Madurez de Capacidades. El valor de una herramienta de este tipo en el ámbito de la estrategia de tecnología es que permite apoyar la decisión sobre integrar servicios en la nube en las empresas de la industria de consumo. Con esta herramienta es posible diagnosticar el nivel de madurez de las capacidades y determinar las brechas contra el estado que favorezca la reducción de costo.

El valor de negocio de los resultados obtenidos sobre la herramienta de diagnóstico es que ésta puede ser un factor más para decidir ir por la estrategia de servicios en la nube, conociendo

el nivel actual de preparación de la organización y además se considera una estimación de reducción de costos de personal de personal de TI del orden del 10% del total del costo de operación anual, donde los resultados de la implementación dieron un 6% de reducción en línea con lo esperado.

Basados en la validación rigurosa se puede concluir que esta herramienta es útil para los expertos en la materia de cómputo en la nube. Para construir este diagnóstico se utilizan conocimientos descritos por Carroll *et al.* (2014), Göbell, Cronholm y Seigerroth (2013), Miller, A., Campos-Nanez, E., Fomin, P., & Wasek, J. (2013), de Bruin *et al.* (2005) y J. Repschlaeger *et al.* (2014). Y se concluye que el método, herramienta y resultados están en línea con sus teorías. Aún más que el método que se introduce y la herramienta desarrollada resuelve el tema de identificar las capacidades de gestión necesarias para la reducción de costo.

Para Göbell, Cronholm y Seigerroth (2013), la evaluación crea la oportunidad de mejorar los procesos de ITSM en la organización, lo cual se alcanza también con este estudio.

Comparando los resultados obtenidos con los estudios de Carroll *et al.* (2014) en su modelo de Marco de Evaluación de Capacidades de Servicio en la Nube (CSCAF) donde se identificó que los requerimientos de la nube son clave para la adaptación de las iniciativas e implementación de nube. Este resultado se confirma con el de este estudio, donde la capacidad de gestión de requerimientos en nivel de madurez administrado es necesaria.

Del estudio de J. Repschlaeger *et al.* (2014) se comprobó que el uso del método de AHP funciona para evaluar el peso de diversos criterios. También se encontró que aplicar el método de opinión expertos es factible para lograr resultados válidos, donde se utilizó un número mayor de expertos que entregó el nivel de información adecuado.

La herramienta entregada por este estudio se añade en el campo de la ciencia de servicios como una herramienta de inteligencia de negocios para asesorar las capacidades de cómputo en la nube.

Debido a que los servicios en la nube ofrecen acelerar el acceso a los mercados, por medio de la mejora del acceso a los recursos, mejora de escalabilidad, mayor flexibilidad, incremento de colaboración y compartir recursos. Los resultados actuales abren la posibilidad de investigar como este modelo podría impulsar también estos posibles beneficios de negocio.

Agradecimientos

Se agradece a los expertos de TI que apoyaron la investigación con sus valiosas respuestas y a la Universidad Autónoma del Estado de Puebla por el apoyo prestado a la elaboración de este artículo, así como a la organización de productos de consumo que permitió su implementación.

Referencias

- Akram, F., y Singh, H. (2016). Information Technology Service for cloud computing. *Internacional Journal of Advanced Electronics and Communication Systems*, 5(1), 1-5.
- Armbrust, M., Fox, A., Griffith, R. J., Katz, R., Konwinski, A., M, Z. (2009). "A View of Cloud Computing," *Communications of the ACM*, pp. 50 - 58, 2010.
- AWS. (09 de Jul de 2019). AWS Total Cost of Ownership (TCO) Calculator. Obtenido de AWS: <https://awstcocalculator.com/#>
- Aurea A. Grané (2019) Análisis de Componentes Principales. Departamento de Estadística. Universidad de Madrid.
- Asrowardi, I. imam@polinela. ac. i., Putra, S. D., Subyantoro, E., & Mohd Daud, N. H. (2018). IT Service Management System Measurement using ISO20000-1 and ISO15504-8: Developing a Solution-Mediated Process Assessment Tool to Enable Transparent and SMS Process Assessment. *International Journal of Electrical & Computer Engineering* (2088-8708), 8(5, Part 2), 4023–4032. <https://ezproxy.upaep.mx:2154/10.11591/ijece.v8i5.pp4023-4032>
- Bandopadhyay, T., y Govekar, M. (2016). Top 10 IT Service Management Next Practices. Gartner.
- Carroll, N., Helfert, M., y Lynn, T. (2014). Towards the Development of a Cloud Service Capability Assessment Framework. In *continued Rise of the Cloud: Advances and Trends in Cloud Computing*, (págs. 289-336). Springer London: Zaigham Mahmood.
- Case, G., y Spalding, G. (2007). *ITIL Continual Service Improvement*. The Stationery Office (TSO).
- Cerny, C.A., & Kaiser, H.F. (1977). A study of a measure of sampling adequacy for factor-analytic correlation matrices. *Multivariate Behavioral Research*, 12(1), 43-47.

- Cisco CloudWatch Report. (20 de 11 de 2013). Cisco CloudWatch Report. Obtenido Oct., 2018 de <http://www.cisco.com:>
http://www.cisco.com/cisco/web/UK/assets/cisco_cloudwatch_2012_2606.pdf
- Clarke, R. (2010). Computing Clouds on the Horizon? Benefits and Risks from the User's Perspective. 23rd Blede Conference. Slovenia.
- Clerc, V., y Niessink, F. (2004). IT Service CMM® a pocket guide. Van Haren Publishing.
- CMMI. (2013). Capability Maturity Model Integration. Obtenido Feb., 2019 de <http://www.sei.cmu.edu>: <http://www.sei.cmu.edu/cmmi/>
- Cobo, A. acobo@unican. e., Rocha, R. rochar@unican. e., & Vanti, A. A. avanti@unisinos. b. (2014). A Fuzzy Multicriteria Approach for It Governance Evaluation. *Revista de Gestão Da Tecnologia e Sistemas de Informação / Journal of Information Systems & Technology Management*, 11(2), 257–276. <https://ezproxy.upaep.mx:2154/10.4301/S1807-17752014000200003>
- Cole, Robert; Puroo, Sandeep; Rossi, Matti; and Sein, Maung, (2005) "Being Proactive: Where Action Research Meets Design Research". *ICIS 2005 Proceedings*. 27. <http://aisel.aisnet.org/icis2005/27>
- Day, T., & Pham, N. D. (2017). *Data Centers*. U.S. Chamber of Commerce Technology Engagement Center.
- de Bruin, T., Roseman, M., Freeze, R., y Kulkarni, U. (2005). Understanding the Main Phases of Developing a Maturity Assessment Model. 16th Australasian Conference on Information Systems.
- Ergu, D., Kou, G., Peng, Y. pengyicd@gmail. co., Shi, Y., & Shi, Y. (2013). The analytic hierarchy process: task scheduling and resource allocation in cloud computing environment. *Journal of Supercomputing*, 64(3), 835–848. <https://ezproxy.upaep.mx:2154/10.1007/s11227-011-0625-1>
- Gillett, F. (2008). Future View: The New Tech Ecosystems Of Cloud, Cloud Services, And Cloud Computing for Vendor Strategy Professionals. Forrester Research, Inc.
- Göbel, H., Cronholm, S., & Seigerroth, U. (2013). Towards an Agile Method for ITSM Self-Assessment: A Design. *Proceedings of the International Conference on Management, Leadership and Governance* (pp. 135-142). Bangkok: Bangkok University.

- Greenberg, A., Hamilton, J., Maltz, D. A., & Patel, P. (2009). The Cost of a Cloud: Research Problems in Data Center Networks. *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*, 68-73.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación: Roberto Hernández Sampieri, Carlos Fernández Collado y Pilar Baptista Lucio (6a. ed. --.). México D.F.: McGraw-Hill.
- Humphrey, W. (2005). Foreword. In M. Bush and D. Dunaway, CMMI® Assessments – Motivating Positive Change. Pearsons Education Inc.
- ITIL. (20 de 11 de 2013). Service Lifecycle. Obtenido Ene., 2019 de <http://www.itil-officialsite.com/>
- Koch, F., Assunciao, M. D., y Netto, M. A. (2010). A Cost Analysis of Cloud Computing for Education. Sao Paulo: IBM research. 25 – 29.
- Mertens, D. (2005) Research and Evaluation in education and psychology: Integration diversity with quantitative, qualitative and mixed methods. Thousand Oaks. Sage.
- Miller, A., Campos-Nanez, E., Fomin, P., & Wasek, J. (2013). An IT Infrastructure Library (ITIL) Maturity Strategy for Private Cloud Sourcing Models: A Literature Review and Literature Review and. *Information Systems International Conference* (pp. 116-121). ISICO.
- Nastase, P., Nastase, F., y Ionescu, C. (2009). Challenges generated by the implementation of the IT standards CobiT 4.1, ITIL v3 and ISO/IEC 27002 in enterprises. *Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research*, 3 -10.
- National Institute of Standards and Technology. (2 de 11 de 2013). <http://csrc.nist.gov>. Obtenido de <http://csrc.nist.gov>: <http://csrc.nist.gov/groups/SNS/cloud-computing/cloud-def-dic-2018-v15.doc>
- Nelson, L. E. (2018). The Forrester Wave™: Cloud Cost Monitoring and Optimization, Q2 2018. Forrester.
- Nieves, M. (2014). Best practice in the cloud: an introduction. Using ITIL® to seize the opportunities of the cloud – and rise to its challenges. Obtenido nov., 2018 de <http://www.AXELOS.com>: <http://www.AXELOS.com/Knowledge-Centre/White-Papers/>
- Repschlaeger, J., Proehl, T., & Zarnekow, R. (2014). Cloud service management decision support: An application of AHP for provider selection of a cloud-based IT service

- management system. *Intelligent Decision Technologies*, 8(2), 95–110.
<https://ezproxy.upaep.mx:2154/10.3233/IDT-130181>
- Roig-Ferrio, J. M. joss22@gmail. co., & Oltra-Badenes, R. rauloltra@doe. upv. e. (2015). PROPUESTA DE MODELO DE EVALUACIÓN DE HERRAMIENTAS PARA LA GESTIÓN DEL PROCESO DE GESTIÓN DE PROBLEMAS DE ITIL. (Spanish). *3C TIC*, 4(1), 26–42. Retrieved from <http://ezproxy.upaep.mx:2057/login.aspx?direct=true&db=aci&AN=102124701&lang=es&site=ehost-live>
- Ronthal, A. (12 de 02 de 2019). Smarter with Gartner. Obtenido de Smarter with Gartner: <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/reduce-your-cloud-data-management-costs/>
- S. Taylor, M. Iqbal, and M. Nieves, “ITIL Version 3 Service Strategy” Available: http://www.mysarir.com/wp-content/uploads/Books/ITIL_V3_SERVICE_DESIGN.pdf. 2007 [obtenido: 10/07/2018]
- Techtrends. (2018). Techtrends 2018 - Deloitte Consulting LLP's. *Deloitte Insights*, 10.
- Winniford, M., Conger, S., y Erickson-Harris, L. (s.f.). *Confusion in the Ranks: IT Service Management Practice and Terminology*. Information Systems Management.
- Kaiser, H. 1974. An index of factor simplicity. *Psychometrika* 39: 31–36.