

LA EFICIENCIA DE LA GESTIÓN DE INCIDENCIAS EN CLOUD SERVICES

Nicolás Vegas-Capristan ¹

Ayrton Soto-Alarcón ²

RESUMEN

Los servicios de almacenamiento en la nube o Cloud Services a través del tiempo han ido evolucionando, siendo cada vez más indispensables en el día a día, estando presentes en todo tipo de empresas, organizaciones y servicios. Ante el rápido crecimiento de la tecnología, no solo fotos y videos son almacenados en internet, sino datos muy importantes, colecciones e información personal quedan guardados en los servidores de las empresas más grandes del mundo. Haciendo uso de esta tecnología, las empresas ven oportunidades de una fácil y rápida comunicación en tiempo real con sus colaboradores permitiendo un progreso veloz y seguro. El servicio de Cloud a la par que ha ido creciendo se ha visto en la necesidad de analizar y estructurar nuevas maneras de organizar la información, así como la implementación de infraestructuras de gestión de TI esperando una mejor relación entre el usuario y los servicios ofrecidos. Por esas razones, se considera necesario el uso de métodos y guías para poder gestionar mejor las capacidades que se pueden lograr. Este artículo estudiará la eficiencia y los beneficios del proceso de servicios operacionales llamado Gestión de Incidentes de ITIL y sus condiciones aplicadas a la realidad de la gestión de Cloud Services.

Palabras claves: Incident Management, Cloud Computing, ITIL, ITSM

ABSTRACT

THE EFFICIENCY OF INCIDENT MANAGEMENT IN CLOUD SERVICES

Cloud storage services or Cloud Services have evolved over time, becoming increasingly essential on a day-to-day basis, being present in all types of companies, organizations and services. Given the rapid growth of technology, not only photos and videos are stored on the Internet, but very important data, collections and personal information are stored on the servers of the world's largest companies. Using this technology, companies see opportunities for easy and fast communication in real time with their collaborators, allowing fast and safe progress. The Cloud service, as it has been growing, has seen the need to analyze and structure new ways of organizing information, as well as the implementation of IT management infrastructures, hoping for a better relationship between the user and the

services offered. For these reasons, it is considered necessary to use methods and guides to better manage the capabilities that can be achieved. This article will study the efficiency and benefits of the operational services process called ITIL Incident Management and its conditions applied to the reality of Cloud Services management.

Keywords: Incident Management, Cloud Computing, ITIL, ITSM

INTRODUCCIÓN

Los servicios en la nube han mostrado un desarrollo notable en décadas recientes. El almacenamiento como servicio, ocupa el escenario central y el eje principal de muchas aplicaciones, como reconocimiento de patrones, imágenes forenses y detección de falsificación. Como resultado, mayores volúmenes de datos serán parte de la zona de nubes. (Song, H., Li, J., & Li, H. 2021)

Tarousi, M., Sarafidis, M., Anastasiou, A., Kouris, I., Petropoulou, O., & Koutsouris, D. (2018) sugieren que la computación en la nube es la plataforma óptima para satisfacer desafíos informáticos. El término computación en la nube se conoce como “un modelo con accesos ubicuo, conveniente y demandante acceso a la red para compartir a un grupo de recursos compartidos con información configurable que pueden ser rápidamente provisionado y liberado con un mínimo de esfuerzo de gestión o interacción del proveedor de servicios”.

La computación en la nube brinda la capacidad de compartir información y recursos con la finalidad de lograr la coherencia y las economías de escala. Los servicios de nube se han posicionado como una de las opciones de gestión de TI más relevantes en la industria actual. Sin embargo, este escenario no es ajeno a la seguridad y los problemas se vuelven críticos a medida que la cartera de servicios que se ofrece en la nube se amplía, lo que significa que los incidentes en estos entornos son cada vez más críticos. (Bolívar, H., Jaimes Parada, H. D., & Roa, O. ,2019).

Con el desarrollo de IoT, la cantidad de datos sigue aumentando, lo que genera una sobrecarga significativa de la nube. IoT technology integra varios tipos de dispositivos de detección, identificación, comunicación, redes y gestión de la información en un sistema

centrado en la nube. Es ineficiente transferir directamente datos masivos recopilados por millones de los dispositivos IoT a la nube para almacenamiento y procesamiento. Esto no solo puede saturar el ancho de banda de la red, sino también aumenta la carga sobre el centro de datos. (Sinha, M. D., Babu, D. M. R., Patan, D. R., Jiao, D. P., Barri, M. K., & Alavi, D. A. H., 2020).

Los proveedores de servicios en la nube aún necesitan mejorar sus sistemas y métodos continuamente para satisfacer las crecientes demandas. Estas demandas se basan en el importante crecimiento de la nube con el uso de la informática, así como los constantes cambios tecnológicos ya que ahora estaban impulsados por IoT, Machine learning y los Paradigmas DevOps. En consecuencia, las operaciones de los sistemas en la nube deben adaptarse a estas demandas y desafíos. Las Métricas para la mejora continua de las operaciones de los procesos rara vez se establecen y formalizan y tampoco son adaptadas para la computación en la nube. (Fiegler, A., Zwanziger, A., Herden, S., & Dumke, R. R., 2016)

El Internet de las cosas (IoT) tiene como objetivo presentar y utilizar información proporcionada por dispositivos conectados a Internet que abarcan diferentes entornos operativos. La información recopilada se emplea posteriormente para mejorar el aprovisionamiento de recursos y, en general, introducir áreas más inteligentes. Las cosas generalmente se conectan entre sí a través del internet global y puede comprender dispositivos que van desde sensores de monitoreo industriales que proporcionan información vital de fabricación hasta los implantes médicos que aprovisionan una asistencia sanitaria más inteligente. (Bakhshi, T., 2019).

Al implementar ITIL en un entorno basado en la nube, la organización puede ahorrar una gran cantidad de costos de entrega con mejores experiencia y plena disponibilidad de la aplicación o servicio. La implementación basada en la nube puede ser difícil de implementar, pero tiene mejores resultados en términos de prestación de servicio y atención a la satisfacción del cliente. En la mayoría de las organizaciones donde se implementa ITIL, la mayor confusión surge en el uso de la Gestión de Incidentes y gestión de solicitudes de servicio. En las versiones anteriores de ITIL, el Incidente y la Solicitud de Servicio fueron considerados como lo mismo, pero estos términos fueron diferenciados en ITIL V3.

En nuestro caso de estudio, estudiaremos una de esas organizaciones, que utiliza Gestión de Incidencias como un único proceso final para resolver los problemas del usuario y las solicitudes completas también. Un incidente es creado para restaurar el servicio; y se crea una solicitud de servicio para obtener acceso a una aplicación o servicio, para restablecer la contraseña, o para comprar un software o hardware. (Garg, S., & Misra, A., 2017).

MÉTODO

La presente revisión sistemática fue efectuada siguiendo las pautas efectuadas por la metodología PRISMA [Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses] (Urrútia & Bonfill, 2010), donde se analizaron artículos originales y revisiones publicadas entre los años 2016 y 2022. Las bases de datos que se usaron fueron SCOPUS, PROQUEST y IEEE Xplore. La búsqueda con términos en idioma inglés, usando los descriptores (incident AND management) AND TITLE-ABS-KEY (cloud)) AND (ITIL) AND (ITSM). Los resultados obtenidos fueron limitados en el idioma (español o inglés) y tipo de documento (excluyendo reuniones, patentes y CV). Además, se incluyeron los estudios de otras fuentes (P.e. Referencias a los artículos utilizados) La pregunta de la investigación establecida para conducir el proceso metodológico fue la siguiente: **¿Cómo afecta el uso de la gestión de incidencias en los servicios en la nube?**

Proceso de recolección de información

Para el proceso de búsqueda se usaron como palabras clave los siguientes términos: “Incident Management”, “Cloud”, “ITIL”, “ITSM”. Se diseñó el siguiente protocolo con la combinación de los términos establecidos: [(“Cloud”) AND (Incident AND management) AND (ITIL) AND (ITSM)]. Como bases de datos se utilizó SCOPUS, EBSCO y ProQuest.

Las consultas de búsqueda se describen a continuación en su respectiva base de datos SCOPUS fueron realizadas de la siguiente manera: (TITLE-ABS-KEY (incident AND management) AND TITLE-ABS-KEY (cloud)) AND PUBYEAR > 2016 AND (LIMIT-TO (EXACTKEYWORD, "Cloud Computing") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD, "Incident Management")) AND (LIMIT-TO (SUBJAREA, "ENGI")). En ProQuest: (Incident management) AND cloud AND ITIL AND ITSM. En IEEE Xplore como: ("All Metadata":incident management) AND ("All Metadata":cloud).

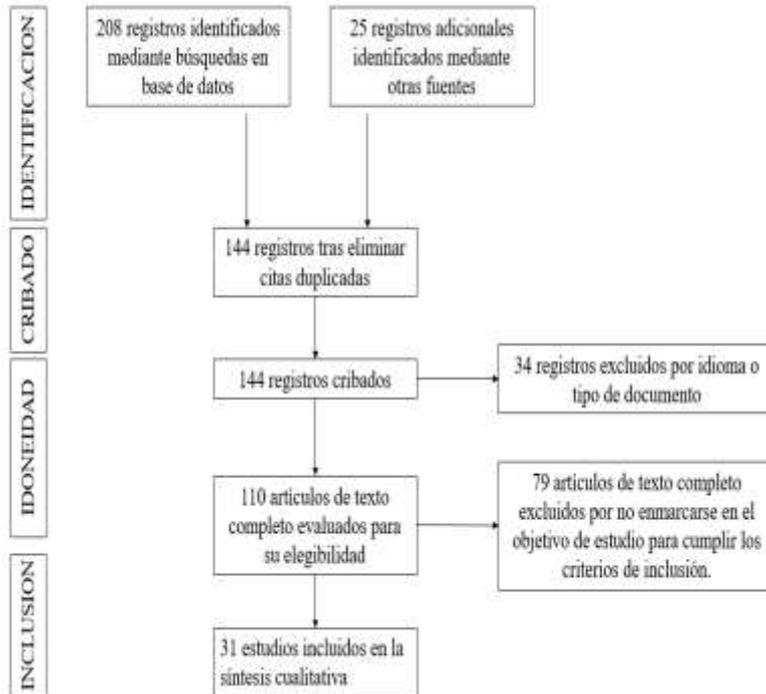
Criterios de inclusión y de exclusión

Los criterios de inclusión fueron: (1) Estudios de caso, revisiones, estudios experimentales o cuasiexperimentales. (2) Idioma español o inglés. (3) Estudios sean publicados entre los años 2016 y 2022. (4) Que la incidencia estudiada sea enfocada a la solución de errores generados por el uso de los servicios Cloud. Por otro lado los criterios de exclusión fueron: (1) Meetings, patentes y biografías. (2) Que los estudios no incluyen las incidencias tratadas a modo de accidentes físicos enfocados en áreas diferentes al uso de Cloud services.

En la Figura 1 se puede observar que se obtuvieron un total de 208 resultados procedentes de las bases de datos seleccionadas. Además, incluyeron un total de 25 resultados con precedencia ajena a las bases de datos mencionadas por su relevancia respecto al tema de investigación. Esta adición produjo un total de 233 resultados, de los que después de eliminar referencias duplicadas, quedan 144. Así mismo, se eliminaron un total de 34, 8 por no estar en ninguno de los idiomas seleccionados (inglés o español), y 26 por pertenecer a un tipo de documento que quedaba fuera del estudio. Esto generó un total de 110 resultados que al ser examinados a mayor detalle se eliminaron un total de 79 por no enmarcarse en el objeto de estudio o cumplir los criterios de inclusión. Finalmente, se incluyeron un total de 31 estudios.

Figura 1

Flujo de información PRISMA



RESULTADOS

Los resultados más destacables que se obtuvieron se ven resumidos en la Tabla 1.

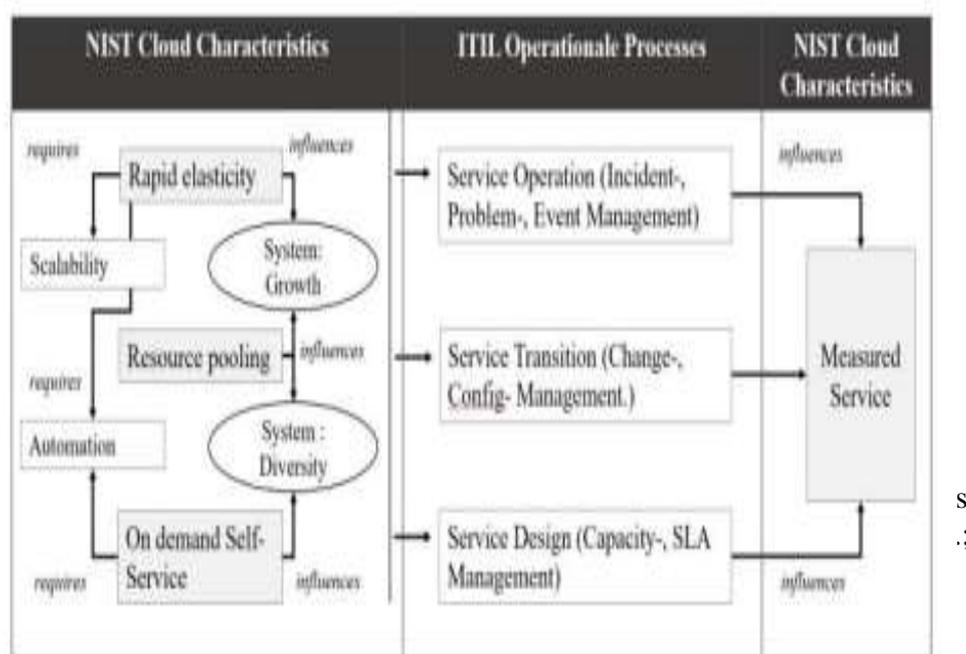
Tabla 1

Datos resaltantes de los estudios obtenidos para la revisión.

Estudio	Objetivo	Resumen de los principales hallazgos
Park, J., Kim, K., Cho, Y.K. (2017)	El objetivo de este estudio es desarrollar un sistema de reconocimiento y registro de riesgos usando sistemas cloud para la gestión de incidentes a tiempo real a través del seguimiento de recursos de construcción inseguros.	El sistema implementado alivia muchos de los problemas manuales que constantemente se presentan en estas situaciones, sin embargo, el sistema requiere un esquema detallado de la zona de construcción y los puntos críticos de la misma para evitar que se produzcan errores en el registro de datos en la nube generando incidencias incorrectas en el proyecto.
Zou, P.X.W., Lun, P., Cipolla, D., Mohamed, S. (2017)	El objetivo de este estudio es crear un sistema que mejore la gestión de seguridad y riesgos que pueden tener los sistemas de construcción haciendo uso de los servicios cloud.	El autor concluye que el sistema fue implementado con éxito generando conformidad en el área afectada, además, dice que los sistemas cloud van a ser, en un futuro, la base de todos los sistemas de gestión, es por esto que el propio servicio debe de ser consciente de los fallos e incidencias que este puede tener
Dar, B.K., Shah, M.A., Islam, S.U., Maple, C., Mussadiq, S., Khan, S. (2019)	Desarrollar una aplicación móvil que permita al usuario estar alerta ante los posibles accidentes y señalar las zonas de rescate ante un posible incidente, todo esto usando cloud computing a través de fog computing.	El sistema implementado funciona de manera eficiente, teniendo baja latencia, distribución geográfica y soporte móvil, todo esto gracias al uso de fog computing lo cual minimiza el tiempo de respuesta, ayudando a prevenir en su mayoría incidentes automovilísticos.
Gargees, R., Morago, B., Pelapur, R., Chemodanov, D., Calyam, P., Orabi, Z., Duan, Y., Seetharaman, G., Palaniappan, K. (2017)	Aplicar el uso de incidencias visuales en desastres naturales realizados a través de cloud computing.	Se concluyó que el sistema de prevención de incidentes haciendo uso de cloud computing es eficaz y seguro, pero puede ser escalable a través de material especializado para la detección de sismos o desastres.
Dhingra, S., Madda, R.B., Patan, R., Jiao, P., Barri, K., Alavi, A.H. (2021)	El objetivo de este estudio es el de mejorar la gestión de tráfico e incidencias de las cantidades masivas de datos usando los servicios de fog y cloud computing.	Este estudio explora las capacidades de la computación de niebla para realizar mejoras en la transferencia de cantidades grandes de datos y las capacidades de la gestión de incidencias que tiene sobre el uso de los servicios en la nube, esta mejora se puede estimar que son 258 veces más rápidas en comparación con las versiones anteriores.
Garg, S., Misra, A. (2018)	Este estudio busca profundizar en los beneficios del uso de los procesos de gestión de incidencias en distintas perspectivas de desarrollo.	Implementar ITIL en servicios Cloud puede brindar a la organización un ahorro en tiempos de uso y una mejor experiencia y viabilidad con el uso de aplicaciones, aunque estos servicios puedan ser difíciles de implementar, brindaría al usuario una mejor experiencia de uso e instalación.
Tarouli, M., Sarafidis, M., Anastasiou, A., Kouris, I., Petropoulou, O., Koutsouris, D. (2019)	Usar un sistema basado en cloud Computing para la gestión de incidencias y comprensión de los desastres naturales tales como tormentas o terremotos.	El sistema desarrollado logra enseñar acerca de la gestión y organización de incidencias que pueden pasar en un desastre natural.
Razaque, A., Li, Y., Liu, Q., Khan, M.J., Doulat, A., Almiari, M., Alflahat, A. (2019)	Este estudio busca desarrollar un framework que consiga disminuir los riesgos relacionados a las incidencias producidas por la seguridad y factores que pueden afectar a las empresas que usan sistemas de cloud computing	Se consiguieron desarrollar un framework capaz de ayudar a disminuir los riesgos de los servicios de cloud computing, sin embargo, se concluyó que para mejorar este sistema se requiere de un mejor feedback de parte de los usuarios y una gran cantidad de estos de manera inmediata debido a que los servidores cloud, al tener un constante crecimiento, se requiere una rápida acción.
A. Fiegler, A. Zwanziger, S. Herden and R. R. Dunke. (2016)	Este estudio desarrolla 2 métricas nuevas para la medición de la calidad de las técnicas de gestión de TI como ITIL además de evaluar la relación que tienen con el rápido crecimiento de los servicios cloud.	ITIL mantiene un rol importante para las operaciones modernas de Cloud Computing y se obtiene un control completo de las incidencias de cloud computing usando esta metodología.
Mahale, Abhisheka; Yong, Jianminga ;Tao, Xiaohuib (2020)	El objetivo de este artículo es el de identificar los riesgos que puede tener un sistema de gestión de incidencias para los servicios cloud de empresas financieras y bancarias.	Las prácticas de gestión de ITIL tales como la gestión de incidencias vuelven el proceso de reconocimiento y soluciones de problemas en servicios cloud considerablemente más fácil, sin embargo, la implementación de helpdesk vuelve incapaz al mismo de asignar correctamente la prioridad a las incidencias por lo que genera un riesgo el cual se debe de controlar.

Figura 2

Interrelation of Cloud Characteristics and ITIL Process (Examples) (Fiegler A., Zwanziger A., Herden S., & Dumke R. R.; 2016)



Concepto de servicios en la nube

Song H.(2021) menciona que los servicios en la nube son el resultado de grandes volúmenes de datos que se almacenan en los servidores de grandes empresas, como Amazon Web Service (AWS) el cual se ha convertido en un factor estandarizado para el almacenamiento en la nube.

Los servicios en la nube han mostrado un desarrollo remarcable en las recientes décadas puesto que cuando se habla de almacenar un servicio, Cloud ocupa el eje principal y la principal fuente de almacenamiento para los requerimientos necesarios. Asimismo Garg S.(2017) menciona que los servicios de almacenamiento en la nube permiten al usuario acceder a las aplicaciones y servicios en tiempo real y proporciona un servicio de almacenamiento al usuario.

Uno de los grandes ejemplos es Google Drive, el cual aprovisiona almacenamiento a los usuarios para colocar archivos y acceder a ellos desde cualquier dispositivo con la cuenta vinculada.

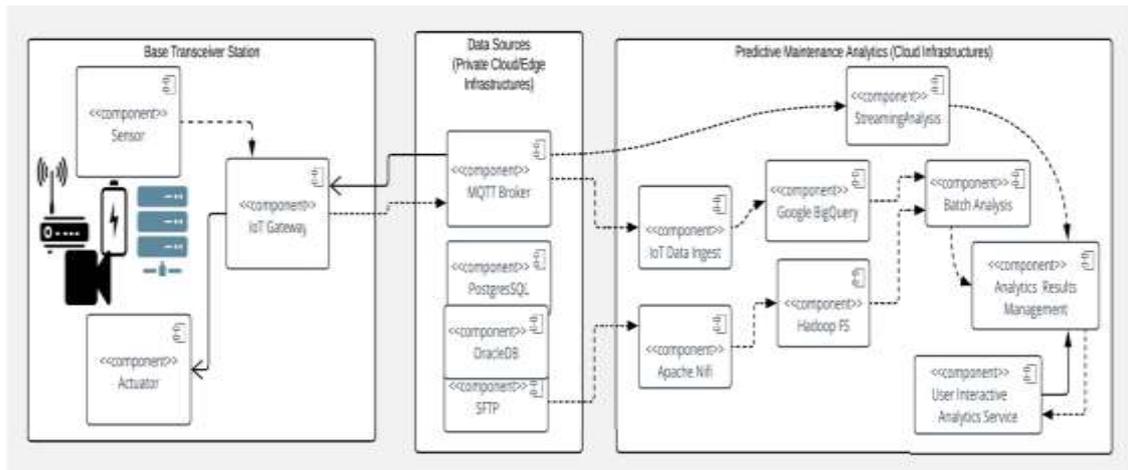
Fiegler A.(2016) indica que un factor que cambia los Sistemas de TI son los servicios en la nube por lo que estos requieren de un aprovisionamiento rápido de recursos de características con “Rápida Elasticidad” que implica que el sistema en la nube debe de ser

capaz de agregar nuevos nodos dentro de las operaciones en tiempo real y estos retos hacen necesidad del uso de procesos y valores que permitan una mejor operatividad y reacción a los problemas.

Concepto de ITIL

Figura 3

BTS, fuente de datos y servicios para mantenimiento predictivo. (Truong, H.-L.) (2018)



Information Technology Infrastructure Library (ITIL) es un conjunto de buenas prácticas para servicios de gestión de TI que se enfoca principalmente en el alineamiento con los servicios de tecnologías que necesitan los negocios y empresas. Garg S.(2017) habla acerca de que ITSM emplea los procesos de ITIL con el objetivo de proporcionar un mejor servicio a los clientes y busca la mejora continua de los servicios empleados. Existen estudios que muestran todos los beneficios que la implementación de ITIL logra en varias organizaciones enfocándose en el crecimiento de distintos factores como el aspecto financiero, empleabilidad y la cantidad de recursos.

Según Fiegler A. (2016) la metodología ITIL tiene influencias mutuas con las características del servicio Cloud y según la madurez que la metodología alcance, afectará directamente al manejo y control del servicio.

Internet de las cosas o Internet of Things (IoT)

El internet de las cosas busca mejorar la eficiencia y los usos de la información a través de la utilización de dispositivos conectados por medio de la red. Este concepto se emplea para generar un uso de las tecnologías disponibles en las empresas o un mejorar los servicios que estas ofrecen por medio del internet. De acuerdo con Bankhshi T. (2019) debido a los beneficios inherentes del internet de las cosas en la generación inteligente de datos para acciones posteriores en espacios residenciales y comerciales, este fenómeno adopta una importancia significativa en todo tipo de empresa y academia.

Aplicado en la predicción de servicios industriales, Truong, H.L. (2018) descubrió que, aplicando el internet de las cosas al mantenimiento predictivo de los servicios, se hallaron resultados superiores en análisis de Big Data y sus conocimientos técnicos. Teniendo esto como base se pueden construir servicios complejos teniendo como ejemplo un equipo de mantenimiento en una estación de transmisiones base (Figura 3) en la cual se usan diferentes servicios los cuales son construido sobre Apache Nifi, Hadoop FS and Spark (usando Google Dataproc), Google Big Query, Elastic Search and Kibana, Apache Kafka and Apache Flink.

Gestión de Incidencias

La gestión de incidencias se encuentra dentro del sistema de valoraciones del servicio de la metodología ITIL y es la encargada de solucionar en el menor tiempo posible cualquier interrupción o retrasos que afecten a la calidad del servicio. Fiegler A. (2016) habla sobre la relación de la gestión de Incidencias con el uso de servicios Cloud mostrando que los retos que este servicio requiere, necesitan al menos semi-automatización de eventos e incidencias. Además, es necesario que la frecuencia y diversidad de los problemas de gestión sean incidencias controladas como parte del rápido crecimiento de fases.

DISCUSIÓN

Implementar la metodología ITIL en un sistema con base Cloud, permite a la organización ahorrar costos de entrega con mejores experiencias y una viabilidad completa a las aplicaciones o los servicios. La implementación de este sistema en la nube puede ser difícil de conseguir, sin embargo, esta puede tener mejores resultados en las áreas de satisfacción del cliente y el servicio brindado. (Garg S., Misra A., 2017). De la investigación realizada se ve el enfoque dado a las investigaciones orientadas a cloud computing se centran

más en formas de reforzar las deficiencias que esta infraestructura posee, como puede ser la existencia de retrasos producto de la latencia presente por la estructura centralizada presente en cloud computing. En las publicaciones encontradas en la base de datos SCOPUS no se encontraron demasiadas investigaciones orientadas a la gestión de incidencias en servicios realizadas en los últimos cinco años. Lo que sí se observó son investigaciones donde se aplica una solución de cloud computing para la gestión de incidencias de otros servicios de TI, como podría ser el internet de las cosas (IOT) implementados diversas aplicaciones, desde controles de tránsito inteligente, o el monitoreo del estado de equipos industriales. En las publicaciones encontradas en la base de datos ProQuest se encontró una gran variedad de investigaciones acerca de la gestión de incidencias y su alineamiento con ITIL; sin embargo, estas en su mayoría no tenían asociaciones con los servicios Cloud o solo se hacía una mención ligera de este tema, es por esto que se obtuvo una gran cantidad de artículos, pero se seleccionaron un bajo número de artículos para esta revisión sistemática.

CONCLUSIONES

Con el pasar del tiempo la aplicación profesional en el área de TI ha evolucionado de orientada al desarrollo de tecnología, a un enfoque a la prestación de servicios. ITIL es una herramienta clave para el rápido crecimiento de los servicios brindados por las empresas contemporáneas asociando las buenas prácticas de la metodología a cada uno de los requerimientos de los clientes. Las tecnologías de información se encuentran en un estado de constante evolución, permitiendo el incremento de la cantidad de información que se procesa. Uno de los resultados de constante progreso es el cloud computing una estructura centralizada que facilita el flujo de datos entre usuarios haciendo uso de internet.

La presente revisión científica identifica las relaciones que se presentan entre la gestión de Incidencias y los servicios Cloud a partir de una revisión de Publicaciones académicas en las bases de Datos SCOPUS y ProQuest de los últimos cinco años. De esta literatura científica se evaluó el grado de importancia y el estado de la gestión de incidencias en investigaciones relacionadas a los servicios de cloud computing. Se pueden identificar dos perspectivas al respecto: Incidencias del servicio, y el uso del servicio de cloud para la comunicación de incidencias en otros servicios. Los países con mayor número de investigaciones al respecto son Estados Unidos e India. De la limitada data obtenida tanto de SCOPUS como PROQUEST se puede concluir que las investigaciones orientadas a servicios de cloud computing no se encuentran alineadas a la gestión de incidencias en dichos servicios,

sino se enfocan en cómo los servicios de cloud pueden ser utilizados y optimizados para el reporte de incidencias en otros servicios.

REFERENCIAS

- Almeida, F., Simões, J., & Lopes, S. (2022). Exploring the benefits of combining DevOps and agile. *Future Internet*, 14(2) doi: 10.3390/fi14020063
- Alqahtany, S., Clarke, N., Furnell, S., & Reich, C. (2017). A forensic acquisition based upon a cluster analysis of non-volatile memory in IaaS. Paper presented at the 2017 2nd International Conference on Anti-Cyber Crimes, ICACC 2017, 123-128. doi:10.1109/Anti-Cybercrime.2017.7905276 www.scopus.com
- Ariffin, M. A. M., Rahman, K. A., Darus, M. Y., Awang, N., & Kasiran, Z. (2019). Data leakage detection in cloud computing platform. *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*, 8(1.3 S1), 400-408. doi:10.30534/ijatcse/2019/7081.32019
- Bakhshi, T. (2019). Forensic of things: Revisiting digital forensic investigations in internet of things. Paper presented at the 2019 4th International Conference on Emerging Trends in Engineering, Sciences and Technology, ICEEST 2019, doi:10.1109/ICEEST48626.2019.8981675 www.scopus.com
- Bolivar, H., Jaimes Parada, H. D., & Roa, O. (2019). Modeling cloud computing security scenarios through attack trees. Paper presented at the 2019 Congreso Internacional De Innovación y Tendencias En Ingeniería, CONIITI 2019 - Conference Proceedings, doi:10.1109/CONIITI48476.2019.8960763 www.scopus.com
- Chen, Z., Liu, J., Su, Y., Zhang, H., Wen, X., Ling, X. Lyu, M. R. (2021). Graph-based incident aggregation for large-scale online service systems. Paper presented at the Proceedings - 2021 36th IEEE/ACM International Conference on Automated Software Engineering, ASE 2021, 430-442. doi:10.1109/ASE51524.2021.9678746 www.scopus.com
- Cui, L., Xiao, Z., Chen, F., Dai, H., & Li, J. (2022). Protecting vaccine safety: An improved, blockchain-based, storage-efficient scheme. *IEEE Transactions on Cybernetics*, doi:10.1109/TCYB.2022.3163743

- Dar, B. K., Shah, M. A., Islam, S. U., Maple, C., Mussadiq, S., & Khan, S. (2019). Delay-aware accident detection and response system using fog computing. *IEEE Access*, 7, 70975-70985. doi:10.1109/ACCESS.2019.2910862
- Dhingra, S., Madda, R. B., Patan, R., Jiao, P., Barri, K., & Alavi, A. H. (2021). Internet of things-based fog and cloud computing technology for smart traffic monitoring. *Internet of Things (Netherlands)*, 14 doi:10.1016/j.iot.2020.100175
- Elakya, R., Srivastavan Iyer, K. S., Vignesh, M., Vyshnav, A. K., & Dhanashekar, V. (2019). Industrial fuel control using cloud management. *International Journal of Recent Technology and Engineering*, 7(6), 1918-1921. www.scopus.com
- Fiegler, A., Zwanziger, A., Herden, S., & Dumke, R. R. (2017). Quality measurement of ITIL processes in cloud systems. Paper presented at the Proceedings - 26th International Workshop on Software Measurement, IWSM 2016 and the 11th International Conference on Software Process and Product Measurement, Mensura 2016, 87-94. doi:10.1109/IWSM-Mensura.2016.022 www.proquest.com
- Garg, S., & Misra, A. (2018). Automation of incident management processes and benefits of hosting servers on cloud. Paper presented at the International Conference on Current Trends in Computer, Electrical, Electronics and Communication, CTCEEC 2017, 700-702. doi:10.1109/CTCEEC.2017.8455112 www.scopus.com
- Gargees, R., Morago, B., Pelapur, R., Chemodanov, D., Calyam, P., Oraibi, Z. Palaniappan, K. (2017). Incident-supporting visual cloud computing utilizing software-defined networking. *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, 27(1), 182-197. doi:10.1109/TCSVT.2016.2564898
- Liu, G., Shi, H., Kiani, A., Khreishah, A., Lee, J., Ansari, N. Yousef, M. M. (2021). Smart traffic monitoring system using computer vision and edge computing. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, doi:10.1109/TITS.2021.3109481
- Mahalle, A., Yong, J., & Tao, X. (2018). ITIL processes to control operational risk in cloud architecture infrastructure for banking and financial services industry. Paper presented at the Proceedings - 2018 5th International Conference on Behavioral,

Economic, and Socio-Cultural Computing, BESC 2018, 197-200.
doi:10.1109/BESC.2018.8697294 www.proquest.com

Mao, H., Zhang, T., & Tang, Q. (2021). Research framework for determining how artificial intelligence enables information technology service management for business model resilience. *Sustainability (Switzerland)*, 13(20) doi:10.3390/su132011496

Moudoubah, L., Yamami, A. E., Mansouri, K., & Qbadou, M. (2021). From IT service management to IT service governance: An ontological approach for integrated use of ITIL and COBIT frameworks. *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, 11(6), 5292-5300. doi:10.11591/ijece.v11i6.pp5292-5300

Moura, J., & Hutchison, D. (2022). Resilience enhancement at edge cloud systems. *IEEE Access*, doi:10.1109/ACCESS.2022.3165744

Onwubiko, C. (2021). Rethinking security operations centre onboarding. Paper presented at the 2021 International Conference on Cyber Situational Awareness, Data Analytics and Assessment, CyberSA 2021, doi:10.1109/CyberSA52016.2021.9478245
www.scopus.com

Park, J., Kim, K., & Cho, Y. K. (2017). Framework of automated construction-safety monitoring using cloud-enabled BIM and BLE mobile tracking sensors. *Journal of Construction Engineering and Management*, 143(2) doi:10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001223

Patman, J., Chemodanov, D., Calyam, P., Palaniappan, K., Sterle, C., & Boccia, M. (2020). Predictive cyber foraging for visual cloud computing in large-scale IoT systems. *IEEE Transactions on Network and Service Management*, 17(4), 2380-2395.
doi:10.1109/TNSM.2020.3010497

Prathima, S., & Priya, C. (2020). Privacy preserving and security management in cloud-based electronic health Records—A survey doi:10.1007/978-981-15-3284-9_3
www.scopus.com

- Razaque, A., Li, Y., Liu, Q., Khan, M. J., Doulat, A., Almiani, M., & Alflahat, A. (2019). Enhanced risk minimization framework for cloud computing environment. Paper presented at the Proceedings of IEEE/ACS International Conference on Computer Systems and Applications, AICCSA,2018-November doi:10.1109/AICCSA.2018.8612785 www.scopus.com
- Singh, P., Bansal, A., & Kumar, S. (2020). Performance analysis of various information platforms for recognizing the quality of Indian roads. Paper presented at the Proceedings of the Confluence 2020 - 10th International Conference on Cloud Computing, Data Science and Engineering, 63-76. doi:10.1109/Confluence47617.2020.9057829 www.scopus.com
- Song, H., Li, J., & Li, H. (2021). A cloud secure storage mechanism based on data dispersion and encryption. *IEEE Access*, 9, 63745-63751. doi:10.1109/ACCESS.2021.3075340
- Tarousi, M., Sarafidis, M., Anastasiou, A., Kouris, I., Petropoulou, O., & Koutsouris, D. (2019). A cloud computing platform for the holistic approach to the needs of children and their families in natural disasters incidents. Paper presented at the Proceedings of the 2nd World Conference on Smart Trends in Systems, Security and Sustainability, WorldS4 2018, 203-208. doi:10.1109/WorldS4.2018.8611604 www.scopus.com
- Truong, H. -. (2018). Integrated analytics for IIoT predictive maintenance using IoT big data cloud systems. Paper presented at the Proceedings - 2018 IEEE International Conference on Industrial Internet, ICII 2018, 109-118. doi:10.1109/ICII.2018.00020 www.scopus.com
- Tufail, A., Namoun, A., Sen, A. A. A., Kim, K. -, Alrehaili, A., & Ali, A. (2021). Moisture computing-based internet of vehicles (ioV) architecture for smart cities. *Sensors*, 21(11) doi:10.3390/s21113785
- Vinothini, C., Balasubramanie, P., & Vakula Rani, J. (2020). Bio-inspired algorithms in load balancing for cloud computing-a survey. *Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems*, 12(7), 837-842. doi:10.5373/JARDCS/V12I7/20202068

Zhang, P., & Guo, X. (2019). Multi-objective flexible shop scheduling problem based on disruption management. *Academic Journal of Manufacturing Engineering*, 17(1), 80-88. www.scopus.com

Zou, P. X. W., Lun, P., Cipolla, D., & Mohamed, S. (2017). Cloud-based safety information and communication system in infrastructure construction. *Safety Science*, 98, 50-69. doi:10.1016/j.ssci.2017.05.006

1. Departamento de Ingeniería de Sistemas, Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo – Perú. nvegas@unitru.edu.pe
2. Departamento de Ingeniería de Sistemas, Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo – Perú. asoto@unitru.edu.pe

Autor para correspondencia
Email: nvegas@unitru.edu.pe