

## CARACTERIZACIÓN DE LAS SOLUCIONES LÍDERES DE TIPO SOFTWARE LIBRE Y CÓDIGO ABIERTO PARA DESPLEGAR ALMACENAMIENTO COMO SERVICIO

David García Díaz<sup>1</sup>, Arturo Díaz Crespo<sup>2</sup>, Lilia Rosa García Perellada<sup>3</sup>, Alain Abel Garófalo Hernández<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Empresa de Componentes Electrónicos “Ernesto Che Guevara”, Avenida Colon Pasaje A, No.16 Zona Industrial Hermanos Cruz, Pinar del Rio, <sup>2,3,4</sup> Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría”, CUJAE, calle 114 e/ Ciclovía y Rotonda, Marianao, La Habana, Cuba

<sup>1</sup>e-mail: [12davideddyelina@gmail.com](mailto:12davideddyelina@gmail.com),

<sup>2</sup>e-mail: [arturodc@cujae.edu.cu](mailto:arturodc@cujae.edu.cu),

<sup>3</sup>e-mail: [lilianrosa@tele.cujae.edu.cu](mailto:lilianrosa@tele.cujae.edu.cu),

<sup>4</sup>e-mail: [aagarofal@gmail.com](mailto:aagarofal@gmail.com)

### RESUMEN

La categoría de almacenamiento como servicio constituye uno de los servicios con mayor adopción de la computación en la nube en la actualidad. Existe gran publicidad e información comercial acerca de los servicios de esta índole brindados por proveedores de servicios en la nube; sin embargo, la adopción de este servicio en pequeñas y medianas empresas es aún pobre, así como la información de las posibles opciones para su despliegue, en especial las de tipo software libre y código abierto. El presente trabajo identifica y propone una caracterización de las principales soluciones para desplegar el almacenamiento como servicio empleando software libre y código abierto en pequeñas y medianas empresas. La propuesta constituye una herramienta que agiliza y facilita el proceso de selección de este servicio, impactando en la reducción del tiempo de la puesta en marcha del servicio, así como en las inversiones de capital de los proyectos y en los gastos de operación una vez en explotación el servicio.

**PALABRAS CLAVES:** almacenamiento como servicio, caracterización, ownCloud, Nextcloud, requerimientos funcionales.

## CHARACTERIZATION OF OPEN SOURCE AND FREE CODE TYPE LEADING SOLUTIONS TO DEPLOY DATA STORAGE AS A SERVICE

### ABSTRACT

Storage as a Service category is one of the Cloud Computing services with the highest adoption rate today. There is a lot of publicity and commercial information about the services of this nature by cloud service providers; however, the adoption of this service in small and medium-sized enterprises is still poor. Information on the possible options for the deployment of this service, especially those based on free and open-source software is also poor. The present work identifies and proposes a characterization of the main solutions to deploy Storage as a Service using free and open-source software in small and medium-sized enterprises. The proposal constitutes a tool that speeds up and facilitates the process of selecting this service. It impacts on the reduction of the time of the start-up of the service, as well as on the capital investments of the projects and on the operating expenses once the service is in operation.

**KEY WORDS:** data storage as a service, characterization, ownCloud, Nextcloud, functional requirements

### 1. INTRODUCCIÓN

La categoría de servicio de la Computación en la Nube (CN) denominada como Almacenamiento como Servicio (DSaaS, *Data Storage as a Service*) es en la actualidad uno de los servicios de este paradigma con mayor penetración en las Nubes Públicas. Ejemplo de esto son: Dropbox, Google Drive, Mega, Onedrive, pCloud y Amzon Drive.

## CARACTERIZACIÓN DE LAS SOLUCIONES LÍDERES DE TIPO SLCA PARA DESPLEGAR DSAAS

Definido como “una categoría de servicio de la Nube en la que la capacidad brindada al usuario es aprovisionamiento, uso de almacenamiento de datos y funcionalidades complementarias” por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) [1], este servicio posee como ventajas para las Pequeñas y Medianas Empresas (PyME): independencia de la localización geográfica, del dispositivo y de la plataforma a la hora de acceder a la información, posibilidad de compartir los datos y el aumento de la tolerancia ante fallos. Sin embargo, aún hoy, el despliegue y explotación del DSaaS, y en especial empleando herramientas de tipo Software Libre y Código Abierto (SLCA), es aún incipiente. Una de las posibles razones de este fenómeno es la deficiente información acerca de cómo elegir las soluciones en función de los requerimientos y restricciones de la entidad cliente.

Dada la situación problemática anterior el presente trabajo identifica y propone una caracterización de las principales soluciones para desplegar el servicio DSaaS empleando herramientas de tipo SLCA para PyME. La propuesta constituye una herramienta que agiliza y facilita el proceso de selección de este servicio, impactando en la independencia tecnológica, la reducción del tiempo de la puesta en marcha del servicio, así como en las Inversiones de Capital (CAPEX, *Capital Expenditures*) de los proyectos y en los Gastos de Operación (OPEX, *Operating Expenses*) una vez en explotación.

Dos tareas fundamentales fueron desarrolladas en post de lograr la propuesta: en primer lugar, se realizó una búsqueda bibliográfica en relación a la penetración de las soluciones DSaaS de tipo SLCA en los escenarios académico e industrial para identificar las soluciones líderes; y, en segundo lugar, se realizó una evaluación en relación al soporte brindado por estas soluciones a los principales Requerimientos Funcionales (RF) que caracterizan a las soluciones de DSaaS. En el presente trabajo, además de exponer los procesos anteriores y sus resultados, se describe el despliegue de un servicio de DSaaS en la Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría (CUJAE), que tuvo como objetivo reutilizar discos de almacenamiento ociosos que se encontraban disponibles en el Centro de Datos (CD) de la CUJAE.

### **2. PENETRACIÓN DE LAS SOLUCIONES DSAAS DE TIPO SLCA EN LOS ÁMBITOS INDUSTRIAL Y ACADÉMICO, SOLUCIONES LÍDERES**

En post de identificar las soluciones DSaaS líderes de tipo SLCA los autores del presente trabajo realizaron una búsqueda bibliográfica acerca de la penetración de estas soluciones en los ámbitos industrial y académico. La búsqueda bibliográfica fue realizada empleando las palabras claves: “soluciones de DSaaS”; y “selección o comparación o evaluación o caracterización de soluciones de DSaaS”. Cinco tareas fueron desarrolladas: identificación y estudio de reportes de reconocidas consultoras internacionales de la rama; identificación de resultados en comparativas de soluciones DSaaS en artículos científicos y eventos internacionales publicados en las bases de datos científico-técnicas de alto impacto: Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica (IEEE, *Institute of Electrical and Electronics Engineers*), Asociación de Maquinaria Computacional (ACM, *Association for Computing Machinery*) y Springer, del 2017 al 2019, así como aquellos en donde se adopta o aboga por una solución en particular; soporte por parte de las principales Plataformas de Gestión de Nubes (CMP, *Cloud Management Platform*) de tipo SLCA; identificación de los casos de uso en los que se estén explotando soluciones DSaaS de tipo SLCA; y análisis de las tendencias en *Google Trends*.

Fueron consultados los reportes referentes al tema en las consultoras de reconocimiento internacional Gartner, Consultora de Directivas Inteligentes (IDC, *Intelligent Directions Consulting*), Forrester y RightScale. Gartner y Forrester poseen análisis de tendencia y penetración que hacen referencia a las soluciones ownCloud y Nextcloud, pero la consulta a estos artículos se vio obstaculizada ya que es necesario pagar o estar afiliado a estas consultoras. Por su parte, RightScale e IDC no hacen referencia a soluciones SLCA en sus estudios. Lo anterior ratifica, la insuficiencia de un procedimiento consensuado por la comunidad de la rama, que indique cómo elegir soluciones DSaaS de tipo SLCA.

Al realizar las búsquedas en las bibliotecas digitales de la IEEE, ACM y Springer solo fueron encontradas ponencias en eventos internacionales que abordasen el tema de diseño y despliegue de servicios de DSaaS, no fueron identificados artículos científicos que lo desarrollase. Los resultados del estudio se muestran en la Fig. 1. En la Tabla 1 se encuentran las referencias de los documentos consultados.

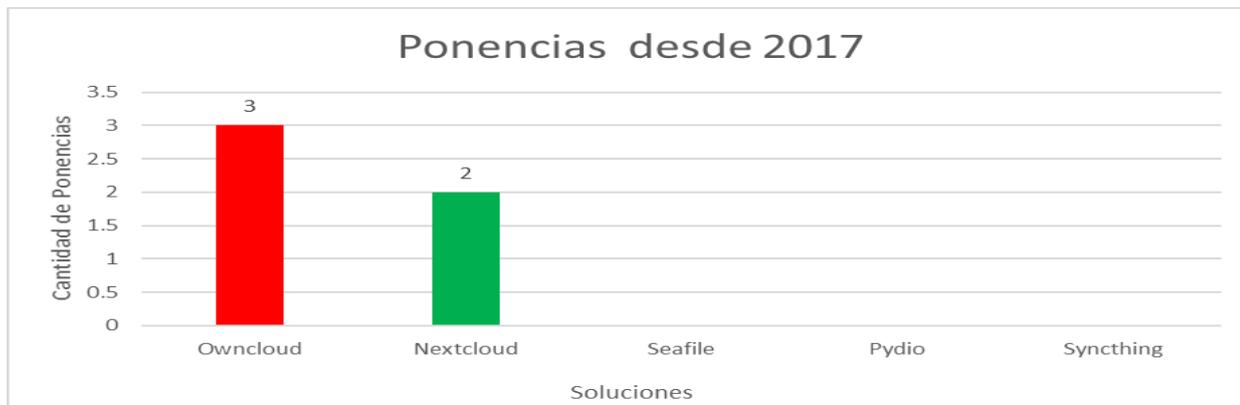


Figura 1: Ponencias en eventos internacionales que adoptan o abogan por una solución DSaaS de tipo SLCA en particular.

Tabla 1: Ponencias en eventos internacionales consultados.

Soluciones	Referencias de Artículos
ownCloud	[2]–[4]
Nextcloud	[5], [6]
Pydio	-
Seafile	-
Syncthing	-

Es apreciable que no existe gran cantidad de documentos científico-técnicos que hagan referencia a estas soluciones DSaaS de tipo SLCA, lo que evidencia el poco interés que presenta el ámbito académico al estudio de este tipo de soluciones. Sin embargo, las soluciones ownCloud y Nextcloud destacan dentro de este pequeño grupo, ya que son las únicas soluciones que han sido objeto de estudio en este ámbito.

Al analizar el soporte de soluciones de DSaaS por parte de los CMP líderes de tipo SLCA: OpenStack, CloudStack, Proxmox y OpenNebula, se identificó que solo OpenStack tiene integrada una solución denominada Swift basada en objetos, que puede brindar DSaaS. El inconveniente radica en que esta solución al ofrecer el DSaaS no lo combina con capacidades de Software como Servicio (SaaS, *Software as a Service*) que posean interfaces amigables, intuitivas, fáciles de usar por los usuarios y con servicios complementarios. Los requerimientos anteriores se logran empleando la herramienta SwiftStack, producto de almacenamiento completo y listo para la empresa con OpenStack Swift en el núcleo, que tiene la limitante de que no es SLCA y, además, no existe un cliente de esta solución para dispositivos móviles con Android, iPhone, u otra de sus variantes. Esta situación obstaculiza la adopción de DSaaS como servicio, ya que implica la integración de otra herramienta de gestión a la infraestructura.

Por su parte el análisis de las tendencias en *Google Trends* ratificó como soluciones líderes a ownCloud y Nextcloud como muestran las Fig. 2 y 3. A inicios del año 2017 ownCloud era la solución que más destacaba, pero ya para inicios del año 2018 las búsquedas referidas a Nextcloud superaban a todas las soluciones incluido a ownCloud, manteniéndose así hasta la actualidad. En la Fig. 3 se puede apreciar que las búsquedas de Nextcloud están concentradas en zonas importantes como el norte de América, gran parte de Europa y Australia. Por otra parte, las búsquedas de ownCloud se concentran en América del Sur y en algunas regiones de África y Europa.

## CARACTERIZACIÓN DE LAS SOLUCIONES LÍDERES DE TIPO SLCA PARA DESPLEGAR DSAAS

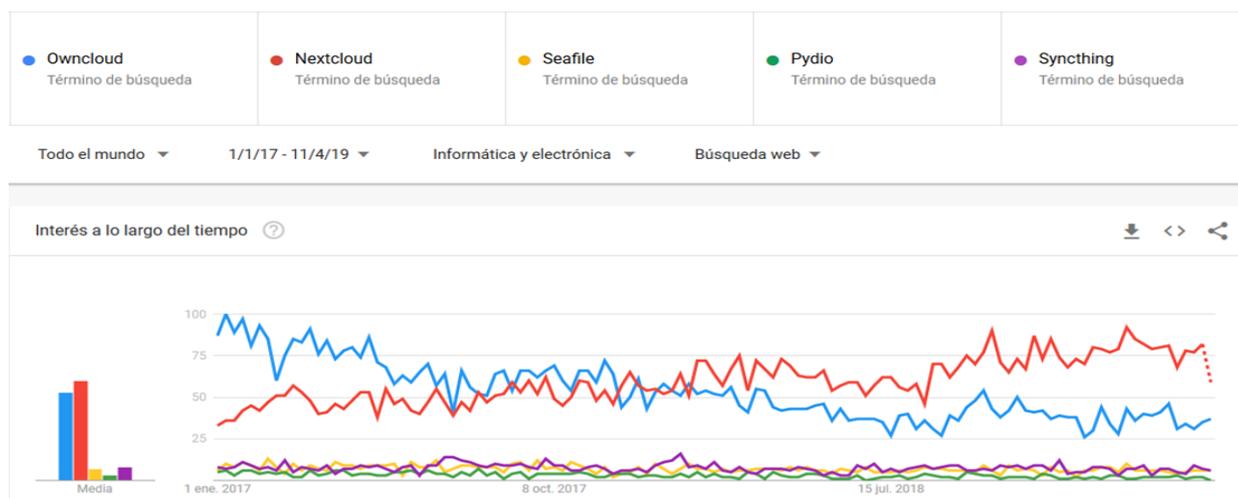


Figura 2: Tendencias en Google Trends de soluciones DSaaS de tipo SLCA.

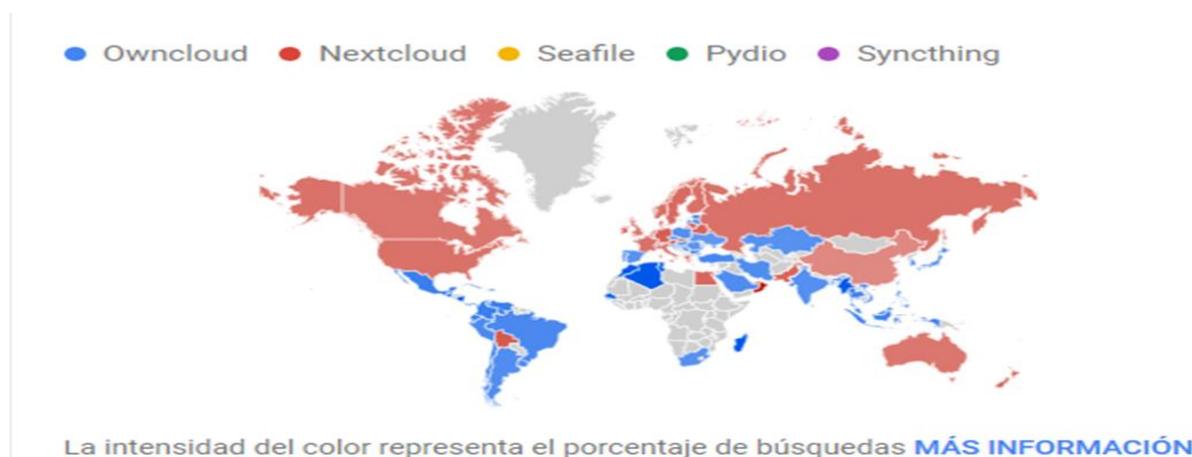


Figura 3: Interés de las soluciones DSaaS de tipo SLCA por regiones.

Por ende, en el estudio realizado, las soluciones que los autores del presente trabajo consideraron como líderes fueron ownCloud y Nextcloud. Esta decisión se sustenta en que ownCloud y Nextcloud son: las únicas soluciones que son objeto de estudio en ponencias en eventos internacionales, las dos mencionadas en los reportes de consultoras internacionales, las más destacadas en las tendencias de *Google Trends* y las que mayor presencia poseen en los casos de uso, en especial en las universidades.

### 3. EVALUACIÓN DEL SOPORTE DE REQUERIMIENTOS FUNCIONALES IMPORTANTES EN SOLUCIONES DE DSAAS: NEXTCLOUD Y OWNCLUD

La Tabla 3 muestra la evaluación de las soluciones líderes Nextcloud y ownCloud en relación a los principales RF que debe soportar una solución que brinde el servicio de DSaaS. Se evidencia una gran similitud entre las características de estos dos sistemas. La diferencia radica en que Nextcloud posee funcionalidades que no están presentes en ownCloud como el *chat* por voz, video, y texto, garantizando la comunicación de los usuarios para poder realizar tareas y colaboraciones entre varias personas. Otras de las diferencias que lo distinguen son las notificaciones en tiempo real y la monitorización de recursos, el que brinda gráficas en tiempo real sobre la utilización del procesador y la memoria principal, la cantidad de usuarios activos y una tabla de recursos compartidos. En las características de las plataformas para las que está disponible la diferencia radica en que Nextcloud tiene soporte para *Windows Mobile* y ownCloud no. Por último, en las características de seguridad Nextcloud cuenta con soporte para el Lenguaje de Marcado para Confirmaciones de Seguridad (SAML, *Security Assertion Markup Language*) nativo y el derecho de acceso a todas sus aplicaciones. En consecuencia, los autores de la presente investigación consideran que Nextcloud es actualmente la solución más completa a emplear para el despliegue del servicio DSaaS sobre SLCA.

Tabla 2: Casos de uso de las soluciones DSaaS de tipo SLCA.

Soluciones	Universidades	Empresas de Telecomunicaciones	Grandes Entidades	PyME
ownCloud	Universidad Dalhousie, Universidad de Ciencias Aplicadas Alta Austria, Universidad Griffith, Universidad Estatal de Kansas, Universidad Southern Oregon, Universidad de Nuevo México, Universidad Politécnica de Hong Kong, Universidad de Erfurt, Universidad de Wien, Universidad de Hawái, Universidad de Oslo, Universidad de Saskatchewan, Universidad de California San Francisco, Universidad de Clemson [7]	Telecom of Thiland [7]	Allied Telesis, CERN, Banco Regional de Texas, Digi Locker, Fujitsu [7]	Holdi Gaz, Consortium Garr, SURF, Jefferson National, Pepperl+Fuchs, SWITCH, Die Stuttgarter, Deutsche Bahn Ag, Sciebo, MBS INC, Bouwbedrijf M.J. de Nijs, Zeppelin, ZF Friedrichshafen AG [7]
Nextcloud	Universidad de Queensland Australia, Universidad de Skovde, Universidad del Sur de Queensland, Universidad de la Costa de Carolina, Facultad de Matemáticas Universidad de Cambridge, Universidad de Carleton, Universidad de Waterloo, Universidad Técnica de Berlín, Universidad de Queens, Universidad de Nantes, Universidad del Noroeste de Sudáfrica, Universidad de Toronto, Universidad del Sur de Dinamarca [8][9][10][11][12][13]	-	Red Hat, Collabora Productivity, Canonical, Moodle [14]	Adfinis SyGroup, Arawa, Arcadis, Certilience, dass IT, DASEQ, 360 ICT, IT25, AG, NOBUGS, Omnis Systems, Open-DSI, regio iT, Sendin, Stylez, SNDK, TeeBase, Zero Trust [14]
Pydio	Universidad de Cambridge, Universidad del Estado de Washington [15]	-	Nikon, Seagate, Erasmus +, Guitar Center, Crédit Agricole [15]	-
Seafile	-	-	IBB - I&C Technology Co. Ltd., ACMEFocus [16]	Jemix, Mars Solutions, Your Secure Cloud, Luckycloud, NiHao Cloud [16]
Syncting	-	-	-	-

## CARACTERIZACIÓN DE LAS SOLUCIONES LÍDERES DE TIPO SLCA PARA DESPLEGAR DSAAS

En relación al estudio de la adopción de estas soluciones en casos de uso Nextcloud y ownCloud destacan una vez más como muestra la Tabla 2, y en especial en las universidades. No fueron identificados casos de uso de la solución Syncthing ni de Pydio en PyME, solo en universidades y en grandes empresas.

Tabla 3: Soporte de RF por parte de ownCloud y NextCloud.

Parámetros	ownCloud	Nextcloud
Soporte para grandes archivos	Sí	Sí
Sincronización automática de carpetas	Sí	Sí
Chat a través de voz, video y texto integrado	No	Sí
Integración de calendario	Sí	Sí
Integración con Outlook	Sí	Sí
Soporte para Office en línea	Sí	Sí
Soporte para Kanban	Sí	Sí
Notificaciones en tiempo real	No	Sí
Monitorización de recursos	No	Sí
Encriptación del lado del servidor	Sí	Sí
Encriptación del lado del cliente	Sí	Sí
Autenticación de dos factores	Sí	Sí
Control de acceso a archivos	Sí	Sí
Dispositivos soportados	Windows, macOS, Linux, Android, iOS	Windows, macOS, Linux, Android, iOS, <i>Windows Mobile</i>
Aplicaciones e integraciones	Tienda de aplicaciones con más de 200, algunas solo disponibles para la edición <i>Enterprise</i>	Tienda de aplicaciones con cerca de 200, integración con aplicaciones de <i>Talk</i> y <i>Groupware</i>
Características de seguridad	Encriptación de almacenamiento, encriptación punto a punto, Protocolo Liger/Simplificado de Acceso a Directorios (LDAP, <i>Lightweight Directory Access Protocol</i> ), <i>Active Directory</i> , Kerberos	Encriptación de almacenamiento, encriptación punto a punto, LDAP, <i>Active Directory</i> , Kerberos, SAML nativo, derecho de acceso a las aplicaciones

En [17] se plantea la creación de un prototipo de almacenamiento de datos sobre la CN mediante el uso de herramientas de software libre, para PyME. En este artículo, mediante el empleo de una metodología para evaluar el software de código abierto libre denominada Software de Calificación y Selección de Código Abierto (QSOS, *Software of Open Source*), se identificó que Nextcloud es la mejor solución de las comparadas. Este resultado ratifica la opinión de los autores de este trabajo.

#### 4. CASO DE USO EN LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA HABANA, ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE EL DESPLIEGUE

En el CD de la CUJAE existían disponibles ocho discos de 1 TB de capacidad que no podían ser integrados al sistema de Almacenamiento (SA) desplegado con Ceph. Por lo que con el objetivo de explotar los recursos disponibles y ponerlos a disposición de los usuarios se tomó la decisión de desplegar un servicio de DSaaS. La solución empleada fue Nextcloud en función de los resultados obtenidos en la presente investigación.

Para el despliegue del servicio DaaS se empleó un servidor PowerEdge R720, mostrado en la Fig. 4. Este servidor posee como prestaciones un procesador Intel® Xeon® CPU E5-26090 @ 2.40GHz, con 12 GB de RAM extensible hasta 64 GB, de tipo Módulo de Memoria en Línea Doble sin Memoria Intermedia (UDIMM, *Unbuffered Dual Inline*

*Memory Module*), cuatro puertos *Fast Ethernet* a 1GB, ocho bahías a las que se le colocaron discos duros de 1 TB de capacidad cada uno, atendidos por una controladora de Arreglos Redundantes de Discos Independientes (RAID, *Redundant Array of Independent Disks*) física. [18]



Figura 4: Servidor PowerEdge R720 con la configuración empleada en la CUJAE para brindar DSaaS.

A su vez las soluciones de Almacenamiento Definidas por Software (SDS, *Software Defined Storage*) de tipo SLCA candidatas a emplear como SA eran GlusterFS y FreeNAS. GlusterFS no fue seleccionado ya que la disponibilidad y escalabilidad horizontal que brinda al ser un sistema de ficheros distribuido, no podía ser aprovechado debido a las limitaciones de recursos a corto y a largo plazo, ya que solo se posee un servidor para desplegar el servicio. Sin embargo, FreeNAS es una solución con alto *throughput* y un Almacenamiento Conectado en Red (NAS, *Network Attached Storage*) tradicional, compuesta por un arreglo de discos duros. Estas y el soporte de importantes RF como SA convirtieron a FreeNAS en la mejor solución para la compartición de datos como: documentos, fotos y videos, por lo que fue la solución escogida para desplegar el DSaaS.

Utilizando la controladora RAID del servidor se realizó una agrupación del tipo RAID 5. Se escogió debido a que de las agrupaciones que soportan redundancia de datos mediante información de paridad esta es la que menos espacio dedica a estas funciones, gracias a que la distribuye entre todos los discos del conjunto aumentando considerablemente el espacio utilizable del arreglo. Un equivalente de esta agrupación era posible de realizar a nivel de software utilizando el sistema de FreeNAS con RAIDZ 1, con la ventaja de que elimina el error de agujero de escritura, que no es más que en el caso de un fallo del sistema cuando hay escrituras activas, la paridad de una división puede quedar en un estado inconsistente con los datos. El problema radicó en que el disco donde se instaló el Sistema Operativo (SO) de FreeNAS no podía ser utilizado para brindar almacenamiento, por lo que se desperdiciaría casi 1 TB de datos. Este problema fue solucionado por la controladora RAID del servidor ya que permitió crear una partición de 30 GB para poder instalar el SO de FreeNAS y el almacenamiento restante incluirlo en el RAID 5.

Otra de los inconvenientes para desplegar el RAIDZ 1 es que son necesarios tres, cinco o nueve discos, por lo que si se usase un disco para el SO quedarían disponibles siete, cifra no compatible con la cantidad de dispositivos de este tipo de arreglo, por lo tanto, se podrían usar solo cinco y se desperdiciarían al menos 2 TB de datos. Al crear satisfactoriamente el arreglo destinando 30 GB al SO, el RAID 5 posee una capacidad de 6.11 TB. Siguiendo las recomendaciones de hardware que dictan que el sistema debe poseer 1 GB de RAM por TB de datos, o 8 GB de RAM mínimo se procedió a instalar el SO de FreeNAS. Una vez instalado se creó un *Pool* de tipo *stripe* mostrado en la Figura 5, ya que el sistema ve el arreglo como un solo dispositivo virtual, y es compartido con uno de los servidores Proxmox en producción mediante el protocolo de Sistema de Ficheros en Red (NFS, *Network File System*).

# CARACTERIZACIÓN DE LAS SOLUCIONES LÍDERES DE TIPO SLCA PARA DESPLEGAR DSAAS

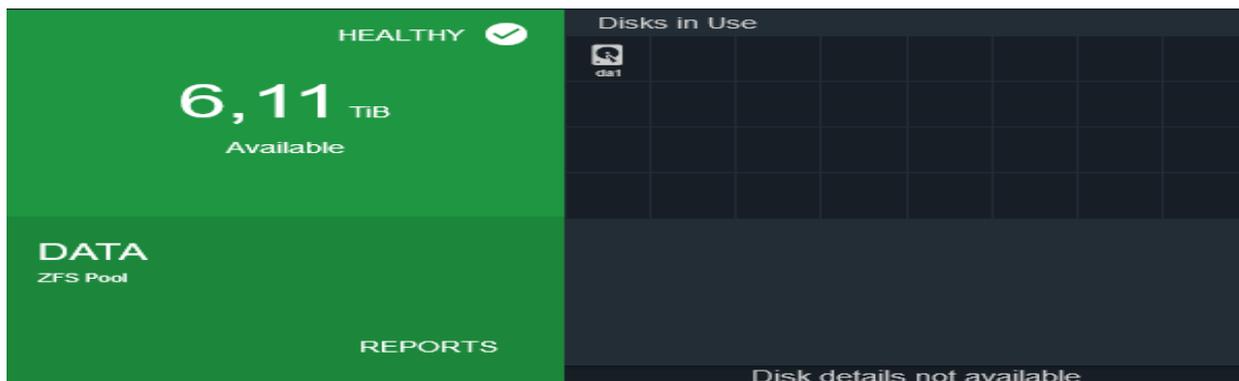


Figura 5: Pool creado a partir del RAID de discos del servidor.

La Fig. 6 muestra el Pool de almacenamiento integrado a Proxmox y denominado NEXTCLOUD. Siguiendo las recomendaciones de instalación de Nextcloud mostradas en [19] se instaló este sistema sobre un contenedor Ubuntu 18.04 nombrado NEXTCLOUD. La Fig. 6 muestra sus propiedades. La Fig. 7 muestra la página de inicio del servicio, luego de ser añadido el Localizador Uniforme de Recursos (URL, *Uniform Resource Locator*) del servidor, nextcloud.cujae.edu.cu, al Servidor de Nombre de Dominio (DNS, *Domain Name System*) de la CUJAE.

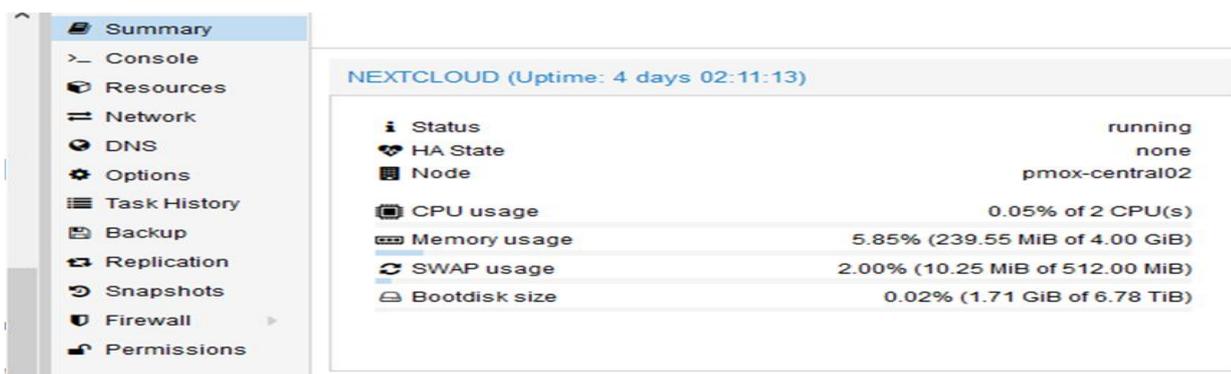


Figura 6: Contenedor con Nextcloud instalado y Pool de FreeNAS integrado a Proxmox.

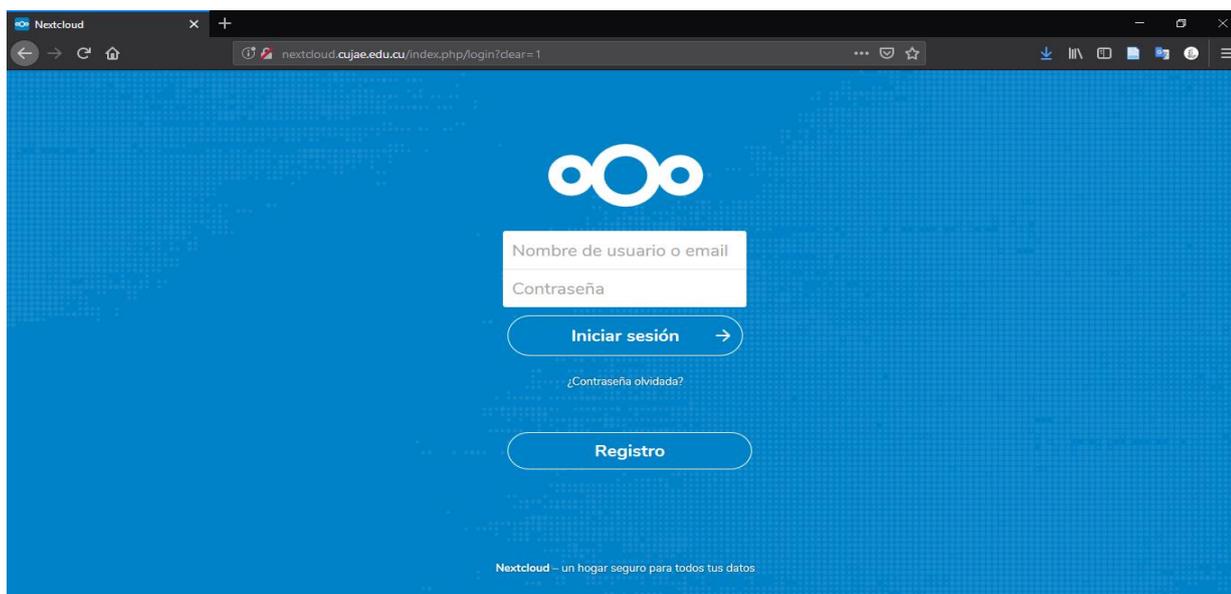


Figura 7: Página de inicio Nextcloud.

## 5. CONCLUSIONES

La categoría de DSaaS constituye uno de los servicios con mayor adopción de la CN en la actualidad. Sin embargo, la adopción de este servicio en PyME es aún pobre, así como la información de las posibles opciones para su despliegue, en especial las de tipo SLCA. El presente trabajo identificó y realizó una caracterización de las principales soluciones para desplegar el DSaaS empleando SLCA en PyME, dando como resultado que actualmente las soluciones líderes son Nextcloud y ownCloud, siendo la primera la que los autores del presente trabajo consideran más integral. Además, se expuso como el despliegue de este servicio permitió reutilizar recursos legados del CD de la CUJAE, aumentando la cartera de servicios a disposición de los usuarios.

## RECONOCIMIENTOS

Los autores desean agradecer a la DISERTIC de la CUJAE, por haber puesto a disposición de los autores los recursos necesarios para poder realizar el presente trabajo; así como al grupo de administradores de red del CD de la CUJAE por su apoyo y ayuda incondicional.

## REFERENCIAS

- [1] «Information technology – Cloud computing – Overview and vocabulary», ISO copyright office, Switzerland, ISO/IEC 17788:2014 (E), 10 2014.
- [2] P.-L. Aublin *et al.*, «LibSEAL: revealing service integrity violations using trusted execution», en *Proceedings of the Thirteenth EuroSys Conference on - EuroSys '18*, Porto, Portugal, 2018, pp. 1-15. ISBN: 978-1-4503-5584-1.
- [3] M. Billes, A. Møller, y M. Pradel, «Systematic black-box analysis of collaborative web applications», en *Proceedings of the 38th ACM SIGPLAN Conference on Programming Language Design and Implementation - PLDI 2017*, Barcelona, Spain, 2017, pp. 171-184. ISBN: 978-1-4503-4988-8.
- [4] S. S. R. Shuvo, M. Asswad, F. M. Ali, y A. A. Minhas, «The Next Generation Cloud Services for Universities in Saudi Arabia», en *2017 9th IEEE-GCC Conference and Exhibition (GCCCE)*, 2017, pp. 1-9. ISBN: 978-1-5386-2756-3.
- [5] S. Kariyattin, S. Marru, y M. Pierce, «Evaluating NextCloud as a File Storage for Apache Airavata», en *Proceedings of the Practice and Experience on Advanced Research Computing - PEARC '18*, Pittsburgh, PA, USA, 2018, pp. 1-4. ISBN: 978-1-4503-6446-1.
- [6] S. A. Pavlovich, P. A. Yurievich, y B. V. Alexandrovich, «Integration of Open-Source Software for Automation of Electronic Document Flow in the Structural Unit of an Educational Organization», en *2018 IV International Conference on Information Technologies in Engineering Education (Inforino)*, 2018, pp. 1-4. ISBN: 978-1-5386-5832-1.
- [7] «ownCloud Customer Stories». [En línea]. Disponible en: <https://owncloud.com/customers/>. [Accedido: 02-may-2019].
- [8] Nextcloud, «Nextcloud in Education», *Nextcloud*. [En línea]. Disponible en: <https://nextcloud.com/industries/education>. [Accedido: 02-may-2019].
- [9] «Nextcloud - Coastal Carolina University». [En línea]. Disponible en: <https://www.coastal.edu/its/facultystaff/datastorage/nextcloud/>. [Accedido: 02-may-2019].
- [10] «eResearch - University of Southern Queensland». [En línea]. Disponible en: <https://www.usq.edu.au/eresearch>. [Accedido: 02-may-2019].
- [11] «ecresearch», *Engineering Computing*, 02-ene-2014. [En línea]. Disponible en: <https://uwaterloo.ca/engineering-computing/resources-faculty-and-staff/ecresearch>. [Accedido: 02-may-2019].
- [12] «Computing Documentation | Faculty of Mathematics». [En línea]. Disponible en: <https://things.maths.cam.ac.uk/computing/files/nextcloud.html>. [Accedido: 02-may-2019].
- [13] Nextcloud, «Case Study: North-West University in South Africa using Nextcloud and Collabora», *Nextcloud*. [En línea]. Disponible en: <https://nextcloud.com/blog/case-study-north-west-university-in-south-africa-using-nextcloud-and-collabora>. [Accedido: 02-may-2019].
- [14] Nextcloud, «Partners», *Nextcloud*. [En línea]. Disponible en: <https://nextcloud.com/partners>. [Accedido: 02-may-2019].
- [15] «Pydio», *Pydio*. [En línea]. Disponible en: <https://pydio.com/en>. [Accedido: 03-may-2019].

## CARACTERIZACIÓN DE LAS SOLUCIONES LÍDERES DE TIPO SLCA PARA DESPLEGAR DSAAS

- [16] «Partners - Seafile». [En línea]. Disponible en: <https://www.seafile.com/en/partner/>. [Accedido: 06-may-2019].
- [17] M. L. Quevedo, J. S. Santoyo Díaz, y N. E. Ochoa Guevara, «Software libre para implementar soluciones de almacenamiento privado en la nube», INGE CUC, dic. 2018, vol. 14, núm. 2, pp. 71-80. ISSN: 0122-6517.
- [18] «Dell PowerEdge R720 and R720xd Owner's Manual», 22-may-2019. [En línea]. Disponible en: <https://www.dell.com/support/manuals/us/en/04/poweredge-r720/720720xdom/technical-specifications?guid=guid-cb054652-9638-4312-b8cd-a3bf2e7631b7&lang=en-us>. [Accedido: 22-may-2019].
- [19] «System requirements — Nextcloud 15 Administration Manual 15 documentation», 20-may-2019. [En línea]. Disponible en: [https://docs.nextcloud.com/server/stable/admin\\_manual/installation/system\\_requirements.html?highlight=system%20requirements](https://docs.nextcloud.com/server/stable/admin_manual/installation/system_requirements.html?highlight=system%20requirements). [Accedido: 20-may-2019].

### SOBRE LOS AUTORES

**David García Díaz**, Ingeniero en Telecomunicaciones y Electrónica, Adiestrado, de la Empresa de Componentes Electrónicos “Ernesto Che Guevara”, La Habana, Cuba, correo: [12davideddyelina@gmail.com](mailto:12davideddyelina@gmail.com). Líneas de investigación: sistemas de almacenamiento.

**Arturo Díaz Crespo**, Ingeniero en Telecomunicaciones y Electrónica, Especialista, de la DISERTIC de la CUJAE, La Habana, Cuba, correo: [arturodc@cujae.edu.cu](mailto:arturodc@cujae.edu.cu). Líneas de investigación: sistemas de almacenamiento y servicios telemáticos.

**Lilia Rosa García Perellada**, Ingeniera en Telecomunicaciones y Electrónica, Maestra en ciencias técnicas, Profesora Asistente, de la Dirección de Servicios de Tecnologías de Información y Comunicaciones (DISERTIC) de la CUJAE, La Habana, Cuba, [lilianrosa@tele.cujae.edu.cu](mailto:lilianrosa@tele.cujae.edu.cu). Líneas de investigación: diseño de centros de datos y nubes privadas con soporte para IaaS, servicios telemáticos, virtualización de servidores, almacenamiento y redes.

**Alain Abel Garófalo Hernández**, Ingeniero en Telecomunicaciones y electrónica, Doctor en ciencias técnicas, Profesor Auxiliar, del Departamento de Telecomunicaciones y Telemática de la CUJAE, La Habana, Cuba, [aagarofal@gmail.com](mailto:aagarofal@gmail.com). Líneas de investigación: Gestión de redes de Telecomunicaciones, Servicios telemáticos.