

Cloud Data Centers(CDC): Una Gestión Integral de Recursos para Mejorar el Consumo y Eficiencia Energética

1st Christian Ruiz Lagos
Escuela de ingeniería de sistemas
Universidad Industrial de Santander

Grupo: A1
Bucaramanga, Colombia
chrismcruiz@gmail.com

2nd Daniel Felipe Rueda
Escuela de ingeniería de sistemas
Universidad Industrial de Santander

Grupo: A1
Bucaramanga, Colombia
danielito11111@gmail.com

3rd Julian Felipe Tolosa Villamizar
Escuela de ingeniería de sistemas
Universidad Industrial de Santander

Grupo: A2
Bucaramanga, Colombia
8.8tolosajulian@gmail.com

4th David Felipe Rojas
Escuela de ingeniería de sistemas
Universidad Industrial de Santander

Grupo: A1
Bucaramanga, Colombia
daferoca8@hotmail.com

5th Julián Orlando Rodríguez
Escuela de ingeniería de sistemas
Universidad Industrial de Santander

Grupo: A1
Bucaramanga, Colombia
julian.orv99@gmail.com

Abstract

Nowadays Microsoft, Google, Facebook and other companies responsible for providing services in the cloud trust in conventional datacenters in order to support the computational demand for performance and energy consumption required for the greatest possible efficiency when storing information in the Cloud. The problem is that over the years the Cloud Data Centers have been consuming more and more energy, so we need to change the computational architecture that has always been managed by a more sustainable one, which obtains what it needs from renewable resources, optimizes its operations and has a new improvement for passive cooling. The model proposed by Rajkumar Buyya is the relationship between various components that are related to each other to ensure the lowest possible energy consumption despite the size of the information that is store, these would be the Cloud Architecture, the Remote CDC (Cloud Data Center), the Cooling Manager and the Power Manager.

Resumen

Actualmente Microsoft, Google, Facebook y demás compañías encargadas de prestar servicios en la nube confían en DataCenters actuales para poder soportar la demanda computacional de rendimiento y de consumo de energía, requerida para la mayor eficiencia posible al momento de almacenar información en la nube. El problema reside en el hecho de que con el paso de los años los Cloud Data Centers han venido consumiendo cada vez más energía, por lo que nos vemos en la necesidad de cambiar la arquitectura computacional que siempre se ha manejado por una más sostenible, que obtiene lo que necesita de recursos renovables, optimiza sus operaciones por diferentes medios y de paso posee una nueva mejora para la refrigeración pasiva. El modelo que propone Rajkumar Buyya está compuesto por la relación existente entre diversos componentes que se relacionan entre sí para asegurar el menor consumo de energía posible a pesar del tamaño de la información que se llegue a almacenar, estos serían el Cloud Architecture, el Remote CDC (Cloud Data Center), el Cooling Manager (encargado del enfriamiento) y el Power Manager.

Index Terms

Cloud Computing, Energy-efficiency, Sustainable Computing, Cloud Datacenters, Green Computing, SaaS (Software as a Service), IaaS (Infrastructure as a Service), PaaS (Platform as a Service)

I. INTRODUCCIÓN

Tanto la computación en la nube como la sostenibilidad están emergiendo como una tendencia transformadora en los negocios y la sociedad. La mayoría de los consumidores (aún así se den cuenta o no) son usuarios que usan de manera significativa los servicios en la nube, incluyendo el email, redes sociales, gaming en línea, y muchas otras aplicaciones móviles. Muchas de las compañías han comenzado a aceptar que la computación en la nube es una opción viable para reducir costos y mejorar las tecnologías de la información (IT) y agilidad de los negocios.

Al mismo tiempo, la sostenibilidad continua ganando importancia como un indicador de desempeño para las organizaciones y sus departamentos de IT. Oficiales de sostenibilidad corporativa, reguladores y otras partes interesadas se han estado centrando más en la contaminación de las IT, y de igual manera las organizaciones están poniendo más énfasis en el desarrollo de estrategias a largo plazo para la reducción de la contaminación a través de más operaciones sostenibles y productos.

Los proveedores de servicios en la nube están haciendo inversiones significativas en una infraestructura de centros de datos para proveer, no tan solo potencia informática, sino aplicaciones de negocio basadas en el concepto Software-as-a-Service (SaaS) para sus clientes. Nuevos centros de datos están siendo construidos con escalas cada vez más grandes y con una densidad del servidor mayor, dando como resultado un consumo de energía incrementado. El reporte de Smart 2020 “Enabling the Low Carbon Economy In the Information Age“ estima que la huella medioambiental de parte de los centros de datos será más del triple entre 2002 y 2020, convirtiéndolos en el sector de tecnología con más rápido crecimiento en cuanto a contaminación [1].

Es lógico pensar que consolidar entornos de IT corporativos dentro de una infraestructura compartida a gran escala operada por proveedores especializados en la nube reduciría el impacto del medio ambiente en general y otorgaría nuevas eficiencias. Esto se logra gracias a la disminución en la cantidad de hardware que se necesita, por lo que las compañías pueden reducir costos y librarse de la necesidad de hacer mantenimientos y mejoras. También, la nube otorga una mayor flexibilidad para los negocios en expansión, siendo ideales para los que trabajan con datos donde el tiempo es muy importante y aquellos que busquen reducir significativamente el tiempo de computación y las facturas.

Varias investigaciones se han estado dedicando a entender el impacto medio ambiental de los centros de datos y mejorar su eficiencia. Sin embargo, el impacto de sostenibilidad agregado entre escoger una aplicación basada en la nube sobre una implementación local para la misma aplicación no ha sido analizado rigurosamente.

A pesar de todos estos datos tan convincentes, es importante entender que ahorrar energía no siempre implica la disminución de la contaminación y emisión de gases. Para ser sostenibles con el medio ambiente estos centros deben obtener su energía de fuentes renovables. Para esto, la ubicación de los centros de datos debería ser en lugares donde la red eléctrica sea limpia.

II. ESTADO DEL ARTE

En la actualidad la computación en la nube, donde el software es entregado como un servicio para los usuarios, está recibiendo muchísima atención. Este término abarca desde los sitios web y redes alojadas remotamente, hasta el

almacenamiento de documentos de manera digital.

La comunicación digital se ha visto incrementada y el seguimiento de registros y transacciones financieras han estado elevando la demanda para el procesamiento de datos y el almacenamiento. El propio gobierno estadounidense ha cuadruplicado el número de sus centros de datos entre 1998 y 2010, pasando de 432 instalaciones a más de 2000. En efecto, los activistas ambientales de Greenpeace estimaron que la computación en la nube alrededor del mundo demandaba 662 TWh de electricidad en 2007, más que la energía consumo por India o Alemania. Por esto, varias empresas están buscando el hacer de los centros de datos algo más eficiente energéticamente, por lo que en 2012 Hewlett-Packard sacó su diseño de un centro de datos modular que en su tiempo era llamado el más eficiente. Google también ha dicho lo mismo acerca de sus centros, y Facebook tiene el Open Compute Project, el cual busca mejorar la eficiencia de los centros de datos [2].

En efecto, un reporte que analiza la información del cambio climático, encargado por el proyecto sin ánimo de lucro Carbon Disclosure Project, llevado a cabo por la firma de investigación Verdantix y financiado por ATT, estimó que la computación en la nube podría ayudar a las grandes compañías en los Estados Unidos a ahorrar 12.3 billones de dólares en costos de energía mientras reducían las emisiones de carbono en 85.7 millones de toneladas anuales para 2020 [2].

En 2010 la firma Pike Research calculó que la computación en la nube podría conllevar una reducción en el 38 % de la energía usada por los centros de datos para 2020, comparado con el proyectado consumo de energía sin el uso del desarrollo de la computación en la nube [2].

También, el impacto de la nube en las emisiones de CO₂ es potencialmente gigante. Un estudio de 2010 por parte de Microsoft, Accenture y WSP Environment and Energy encontró que el mover aplicaciones de negocio a la nube podría disminuir la huella de carbono asociada por usuario en un 30 % para compañías grandes y eficientes y en un 90 % para negocios más pequeños y menos eficientes [2]. Respaldando esto hay otro estudio reciente el cual muestra que los clientes de la compañía de alto crecimiento Salesforce produjeron, en promedio, 95 % menos de carbon en comparación con la ejecución de software equivalente en servidores de aplicaciones ubicados en las instalaciones [2]. Algunas de las razones para tan gran diferencia es que la computación en la nube quita la necesidad de mantener centros de datos activos las 24 horas del día/ 7 días a la semana, por lo que hay una reducción importante del consumo de energía y de emisión de dióxido de carbono.

Por otro lado, según un reporte hecho por la ONG ambientalista Greenpeace la mayoría de las compañías tecnológicas están haciendo su mayor esfuerzo por volverse "verdes" reutilizar toda su energía; destacando sobretodo a las compañías Apple, Google y Facebook, las cuales buscan alcanzar el uso de energías 100 % renovables. Por contraparte, afirman que Netflix, Amazon Web Services (AWS) y Samsung no se ven con tanta motivación de seguir este camino, obteniendo una ζ .^{en} términos medio ambientales [3].

Sin embargo, hay unos pocos estudios que son menos entusiastas, incluyendo un reciente reporte de la Universidad de Melbourne, el cual afirma que la computación en la nube solo podrá tener ahorro de energía en el momento de que se lleve a cabo la consolidación de los servidores. Pero, el estudio además encuentra que el ahorro por la eficiencia energética son en ocasiones contraproducentes, particularmente cuando las compañías usan la computación en la nube para el almacenamiento de datos y el número de archivos descargados y accedidos es mayor [2].

Otro reporte, hecho por "The Foresight Programme" de la oficina de ciencia gubernamental de Reino Unido, apunta a que las instalaciones de almacenamiento de datos ya han estado sufriendo inundaciones y cita el caso del centro de datos de

Vodafone en Turquía, el cual fue afectado por inundaciones repentinas en 2009, poniendo un cuarto de la red local en riesgo. De igual manera, en Agosto de 2009 la lluvia del Tifón Mekarot causó la inundación de ríos en Taiwan, llevando un alto volumen de sedimento hacia el océano. Esto conllevó a varios deslizamientos de tierra submarinos que rompieron, al menos, nueve cables de 4000m usados para la comunicación. Esto causó la caída del internet y las telecomunicaciones entre Taiwan, China, Hong Kong y otras partes del sudeste de Asia. El estudio también señala que más del 95 % del tráfico de las comunicaciones globales es manejado por tan solo un millón de kilómetros de cable de fibra óptica bajo el mar. El aumento en los niveles del mar podría incrementar el riesgo de inundación de instalaciones costeras y afectar la estabilidad del fondo marino, haciendo los cables más vulnerables [4].

III. MARCO TEÓRICO

III-A. Infrastructure as a Service

IaaS (Infrastructure as a Service) es un servicio informático en la nube que da acceso a una infraestructura de TI altamente flexible a través de Internet. El alojamiento, la administración y el mantenimiento del hardware que la sustenta recaen completamente en manos del proveedor del servicio. El modelo típico de facturación de las ofertas de IaaS sigue el principio pay per use por el que los abonados solo pagan por lo que usan [5]. La IaaS permite a las empresas utilizar sistemas de funcionamiento, aplicaciones y almacenamiento basados en la web sin tener que comprar, administrar y brindar soporte a la infraestructura de nube subyacente [6].

En una IaaS un proveedor alquila infraestructura informática y la ofrece como servicio en Internet. Para ello esta empresa cuenta, por norma general, con centros de datos propios, donde se aloja el hardware necesario para ello, ocupándose de su administración y su mantenimiento. De este modo, los proveedores de IaaS pueden garantizar a sus clientes el acceso a recursos de computación (procesador, memoria RAM, disco duro) y estructuras de red integradas (incluyendo cortafuegos, routers y sistemas de seguridad y backup) en función de sus necesidades. Los usuarios pueden, así, escoger libremente qué recursos necesitan, cuántos servidores, routers y cortafuegos y qué potencia han de tener los diferentes elementos de red [5].

III-B. Tecnología de la información (IT)

La tecnología de la información (TI o IT en inglés) es la aplicación de ordenadores y equipos de telecomunicación para almacenar, recuperar, transmitir y manipular datos, con frecuencia utilizado en el contexto de los negocios u otras empresas. El término es utilizado como sinónimo para los computadores, y las redes de computadoras, pero también abarca otras tecnologías de distribución de información, tales como la televisión y los teléfonos. Múltiples industrias están asociadas con las tecnologías de la información, incluyendo hardware y software de computador, electrónica, semiconductores, internet, equipos de telecomunicación, e-commerce y servicios computacionales [7].

III-C. Hardware Manager

Se encarga de controlar la relación existente entre los diversos dispositivos hardware para que la cloud funcione correctamente. Se relaciona con el Power Manager y también almacena información [8].

III-D. Platform as a Service

Le otorga al usuario la capacidad de desarrollar y correr aplicaciones de manera menos compleja que si se manejara la infraestructura típica para el diseño de apps [8].

III-E. Software as a Service

Software como servicio (SaaS) es un modelo de distribución de software donde el soporte lógico y los datos son manejados por una compañía de TIC's a las que se accede mediante Internet. La empresa proveedora TIC se ocupa del servicio de mantenimiento, de la operación diaria y del soporte del software usado por el cliente [9].

III-F. Remote CDC

Cloud Data Center ajeno a la arquitectura de la nube, aún así se relaciona con el Service Manager para almacenar información de la misma forma que el Hardware Manager [8].

III-G. Cooling Manager

Encargado de enfriar los servidores y todo dispositivo de almacenamiento que se pueda recalentar [8].

III-H. Power Manager

Se encarga de almacenar energía y utilizarla de manera adecuada y eficiente para que la nube funcione adecuadamente [8].

IV. CDCs Y EL RETO DE LA ENERGÍA SOSTENIBLE

Los CDCs en todo el mundo han demostrado ser una opción viable para reducir la huella de carbono generada por la computación en general, bastante significativa teniendo en cuenta que alrededor del siete por ciento de la electricidad usada en el mundo, pero estos esfuerzos de optimización nunca serán suficientes para reducirla al máxima si no se intenta cambiar las fuentes de energía de fósiles a renovables.

Según un reporte regular de parte de Greenpeace "Click-Clean", de 2017, aunque en el pasado las empresas líderes del internet alrededor del mundo trataban de evitar el cambio energético, en la actualidad ha despegado una gran carrera por ver quién es el primero en alcanzar el punto en que cien por ciento de sus recursos energéticos sean obtenidos por medios limpios con el medio ambiente. Estos esfuerzos son liderados por Facebook, Apple, y Google, junto con al menos otras 20 compañías de internet. La motivación surge a partir de la reducción de costos que presenta actualmente la energía renovable, llegando a estar a la par con fuentes tradicionales, pero con el beneficio de seguridad a largo plazo en la inversión, así como la competitividad entre las empresas de TI dada la creciente preocupación que se presenta respecto al cambio climático por empleados y clientes, sumado a clientes que tienen como meta eliminar su huella de carbono en todas sus formas. [10]

Por otro lado, para casos como Amazon Web Services, quienes tienen la red de servidores más grande y bien posicionada actualmente, este cambio se hace mucho más difícil, mostrando así un mayor impacto ambiental en comparación con sus competidores, pero sin llegar a ser quien se ha quedado más atrás, pues Netflix, Spotify, SoundCloud, Twitter y WeChat lo hacen mucho peor. En el caso de los asiáticos, encuentran dificultades debido al monopolio de servicios públicos en el que se desarrollan, así que mientras no se vean cambios políticos significativos en el este de Asia se mantendrá la tendencia de uso de fuentes de electricidad no renovables. [10]

El cambio no llegará de la noche a la mañana, pero se presencia un buen comienzo al ver que las empresas tienen como meta tener el cien por ciento de su energía de fuentes renovables. Aun así hace falta más liderazgo en el campo, pues de la misma forma en que se realizan mejoras, hay un aumento dramático de nuevos centros de datos que usan casi nada o nada de su energía a partir de recursos limpios, creando una balanza en la que la emisión de gases de efecto invernadero que han sido evitados por algunos, están siendo liberados por otros que en un futuro podrían ser ayudados por la tendencia a revertir las políticas climáticas en los Estados Unidos de América.

V. ARQUITECTURA EN LA NUBE: UN MODELO CONCEPTUAL

Partiendo de la problemática expuesta sobre la ostensible necesidad de implementar una metodología distinta que permita dar un mejor manejo de los recursos en los CDC, en pro de mitigar el consumo energético y aumentar su rentabilidad; es necesario formalizar posibles modelos de arquitecturas en la nube que permitan llevar a cabo este fin. Esto es, una arquitectura que haga posible el desarrollo sustentable de la computación en la nube a través de una administración integral de recursos.

Se plantea entonces, un modelo conceptual para la computación en la nube sostenible expuesto por *Rajkumar Buyya* y *Sukhpal Singh Gill* [8], el cual es un modelo de arquitectura en capas que permite encapsular los cuatro factores más importantes dentro de un CDC. La arquitectura propuesta se muestra en la *Figura 1* y sus componentes se describirán a continuación:

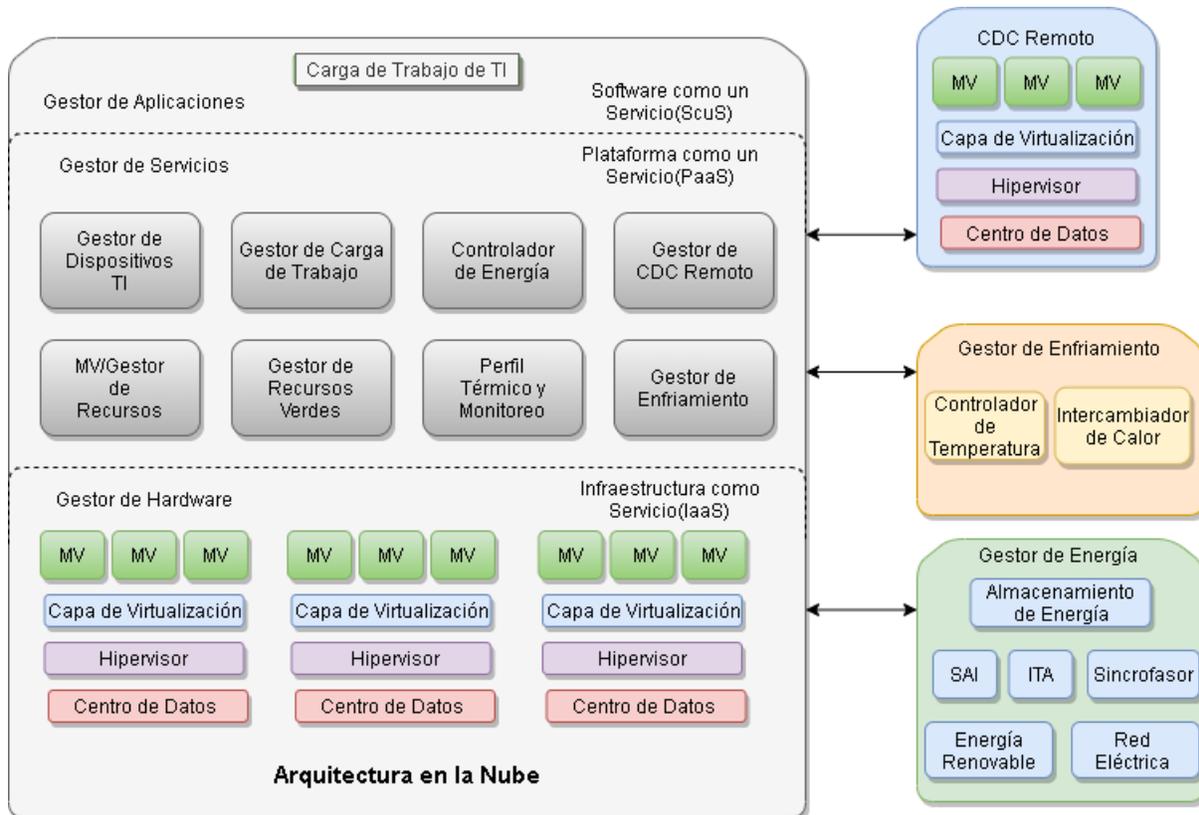


Figura 1. Modelo Conceptual Computación en la Nube Sostenible

V-A. Arquitectura en la Nube

Como se puede observar en la *Figura 1*, la arquitectura en la nube se encuentra dividida en tres diferentes subcomponentes o capas, las cuales son: Software como un servicio(**SaaS**), Plataforma como un servicio(**PaaS**) e Infraestructura como un servicio(**IaaS**).

Software como un Servicio [11]: En esta capa, el gestor de aplicaciones es desplegado para manejar la carga de trabajo entrante de los usuarios, la cual puede ser interactiva o en lote. Esta carga es transferida al *gestor de carga de trabajo* para un aprovisionamiento de recursos.

Plataforma como un servicio [11]: En esta capa, el controlador o *middleware* [12] es desplegado para gestionar los aspectos importantes del sistema. El gestor de dispositivos de TI controla todos los dispositivos unidos al Datacenter en la nube. El

gestor de carga de trabajo gestiona las cargas entrantes del gestor de aplicaciones e identifica la Calidad en el Servicio (**QoS**) [13] requerido por cada carga de trabajo para su ejecución satisfactoria y transfiere la información del QoS de la carga de trabajo al gestor de recursos/Máquina Virtual (**MV**). El controlador de Energía gestiona el consumo de energía de los CDC para asegurar la sostenibilidad en los servicios en la nube. El CDC remoto controla la migración de la MV y la migración de carga de trabajo entre los Datacenters locales y remotos para la utilización efectiva de energía. El gestor de recursos/MV suministra y agenda los recursos de la nube para la ejecución de carga de trabajo basada en los requerimientos QoS de uso de carga de trabajo usando máquinas físicas o virtuales. El gestor de recursos verdes controla la electricidad proveniente del gestor de energía prefiriendo energías renovables en comparación con la red eléctrica, para permitir un entorno sostenible en la nube. Los perfiles térmicos y las técnicas de monitoreo son usadas para analizar la variación de la temperatura de los CDC basada en el valor de temperatura monitoreado por los sensores térmicos. El gestor de enfriamiento controla la temperatura del CDC a nivel de infraestructura.

Infraestructura como un servicio [11]: Esta capa contiene la información sobre CDC y Máquinas Virtuales(MV). Las migraciones de MV son realizadas para balancear la carga en la capa de virtualización, para una ejecución eficiente de las cargas de trabajo. El gestor de temperatura es usado para monitorear la variación de temperatura de las diferentes MV's que ejecutan distintos núcleos. La unidad gestora de energía(**Sincrofasor**) es integrada para alimentar todo el hardware que ejecutan las MV's. La memoria de acceso dinámico aleatoria almacena el estado actual de las MV's. El sensor térmico es usado para monitorear el valor de temperatura, generando una alerta si la temperatura es más alta que un valor límite y pasa el mensaje al controlador de calor para tomar medidas.

V-B. Gestor de Enfriamiento

Alertas térmicas pueden ser generadas si la temperatura es más alta que un valor umbral y el controlador de calor tomará una acción para moderar la temperatura con el mínimo impacto en el desempeño del CDC. La electricidad proveniente de un Sistema de Alimentación Ininterrumpido(**SAI**) es usada para correr los dispositivos de enfriamiento para controlar la temperatura. La gestión del calentamiento por zonas es llevada a cabo por medio de plantas de enfriamiento que controlan la temperatura, economizadores de aire en los exteriores y economizadores de agua.

V-C. Gestor de Energía

Controla la energía generada de recursos de energías renovables y combustibles fósiles(red de electricidad). Para permitir un ambiente en la nube sostenible, la energía renovable es preferible a la energía obtenida de las redes eléctricas. Si hay ejecuciones de cargas de trabajo en fechas límites, entonces la energía de red eléctrica puede ser usada para mantener la confiabilidad del servicio en la nube. Las fuentes de energías renovables son la energía solar y la eólica. Las baterías son usadas para almacenar la energía renovable. El interruptor de transferencia automática(**ITA**) es usado para gestionar la energía proveniente de fuentes renovables y de redes de electricidad junto con el sistema de alimentación ininterrumpido(**SAI**). Además, la unidad de alimentación ininterrumpida es usada para transferir la electricidad a todos los CDC's y los dispositivos de enfriamiento.

V-D. CDC Remoto

Máquinas virtuales(MV) y Cargas de trabajo(workloads) pueden ser migradas a un Centro de Procesamiento de Datos en la nube(CDC) para balancear la carga de forma efectiva.

VI. IMPLICACIÓN DE LA CONFIABILIDAD EN LA SOSTENIBILIDAD

Los sistemas de prestación de servicios en la nube desean que la sostenibilidad sea parte fundamental de su actuar, precisamente porque de esa manera el mantenimiento de los servidores resulta más rentable. Es importante utilizar la energía eléctrica de manera eficiente para disminuir gastos y no afectar de manera tan directa al medio ambiente. Por otro lado empresas como Google, Microsoft y Amazon están replicando servicios, lo cual añade recursos adicionales pero incrementa el consumo de energía, todo con el propósito de poder ofrecerle al usuario un servicio en la nube confiable y seguro. Por esto, nos vemos

en la necesidad de balancear consumo de energía con confianza en la sostenibilidad de la nube para adaptarnos a los cambios que se necesitan para una arquitectura computacional estable con el propósito de almacenar información en la nube de la manera más eficaz y segura posible, los problemas que es necesario tratar son los siguientes:

VI-A. Enfocados en el consumo de energía

- Es necesario reducir el consumo de energía del Cloud Datacenter.
- Nos vemos en la necesidad de reducir la baja carga (underloading) y la alta carga (overloading) de los recursos para mejorar el correcto balance de carga del sistema.
- Es importante minimizar la concentración de calor y la disipación del mismo en el Cloud Datacenter.
- Es sostenible el querer reducir también el impacto de las huellas de carbono pensando en ocasionarle el menor daño posible a la naturaleza.
- Es importante mejorar el ancho de banda y la capacidad del computador.
- Es necesario mejorar la gestión del almacenamiento de la información en las unidades del Disco.

VI-B. Enfocados en la confiabilidad del sistema

- Nos vemos en la necesidad de identificar las fallas en el sistema y las razones por las que ocurren para actuar de manera adecuada ante los riesgos y la situación en cuestión.
- Para que el "Service Level Agreement" se lleve a cabo de la mejor manera posible (Se hace referencia a para cuando una empresa proveedora de servicios necesita conseguir determinados objetivos para servirle adecuadamente al usuario) y no se presente retraso alguno en la prestación de servicios es necesario que exista confiabilidad en el sistema.
- Es necesario proteger la información sensible de posibles ataques, la privacidad del usuario es lo primero.
- Es necesaria una comunicación point to point usando encriptamiento y descifrado para cuando se necesite.
- Es importante preocuparse por la seguridad para cuando se vaya a llevar a cabo una migración a una Máquina Virtual.
- Es necesario mejorar la escalabilidad (el sistema tiende a ir creciendo)
- Es importante reducir el giro de la inversión, para que los servicios que se ofrecen en la nube puedan mantenerse a flote a pesar de que se invierta dinero en ello.

VII. AREAS PARA INVESTIGAR

El incremento de la demanda de servicios de computación en la nube desplegados en múltiples cdc's, aprovechando significativamente una cantidad de energía, resulta en una alta emisión de carbón que afecta el medio ambiente. En la computación en la nube sustentable, los cloud datacenters son accionados por energía renovable reemplazando la forma tradicional de energía contaminante. Empleando mecanismos de energía eficiente hacen a la computación en la nube sustentable reduciendo en gran medida la huella de carbono. Se busca aprovechar el calor residual disipado a través de servidores y empleando mecanismos de enfriamiento gratuito de los servidores, haciendo al CDCs sostenible.

Entonces la computación en la nube cubre los siguientes elementos haciendo el datacenter sostenible:

- a) Uso de energía renovable en lugar de energía generada de combustibles fósiles.
- b) Utilizar el calor perdido generado por los disipadores de disipación de calor.
- c) Usar mecanismos de enfriamiento gratuito
- d) Usar mecanismos eficientes de energías

VII-A. Modelo de Aplicación

Los modelos de aplicaciones pueden ser datos paralelos, funciones paralelas y paso de mensajes. El modelo de datos paralelos es una forma de paralelización a través de múltiples procesadores en paralelo en el entorno informático, se enfoca en distribuir los datos a través de diferentes nodos, que operan en los datos en paralelo. Los ejemplos del modelo de los datos en paralelo son el modelo de Map-Reduce y la bolsa de tareas. El modelo paralelo de funciones es una forma de paralelización de código de computadora a través de múltiples procesadores en paralelo de entornos informáticos, que se centran en distribuir tareas simultáneamente, que se realizan por procesos o hilos a través de diferentes procesadores. Los ejemplos de modelo paralelo de datos son hilos y modelo de tarea. Message Passing Interface proporciona una funcionalidad de comunicación entre un conjunto de procesos, que se asignan a nodos o servidores de forma independiente del idioma y fomentó el desarrollo de dispositivos portátiles y escalables a gran escala de aplicaciones paralelas [8].

VII-B. Recursos dirigidos a gestión energética

Se han propuesto muchas soluciones para mejorar la eficiencia energética de los CDCs. El consumo de energía del procesador, la memoria, el almacenamiento, la red y la refrigeración de los Datacenters en la nube están reportados como 45 %, 15 %, 10 %, 10 % y 20 % respectivamente. El procesador consume una gran cantidad de energía seguido de la gestión de refrigeración. Los enfoques de regulación de energía aumentan el consumo de energía durante la ejecución de la carga de trabajo, lo que afecta el recurso de utilización de CDCs.

La solución de embalaje de contenedores se ha utilizado en las técnicas existentes de gestión de recursos conscientes de la energía para asignar recursos para la ejecución de cargas de trabajo. La asignación de recursos enfrenta dos problemas:

- a) Subutilización de recursos (requisito de recursos menor que disponibilidad de recursos)
- b) Sobreutilización de recursos (gran cantidad de recursos esperando su ejecución debido a indisponibilidad de una cantidad suficiente de recursos)

Existen varios métodos propuestos para el control del consumo de energía, reduciendo el suministro de alto voltaje, pero la mejor manera es aprovechando el tiempo de parada.

VII-C. Programación Térmica

Los componentes importantes de la programación térmica son la arquitectura y los mecanismos de programación. La arquitectura puede ser de un solo núcleo o de múltiples núcleos, mientras que el mecanismo de programación puede ser reactivo o proactivo.

El problema de calentamiento durante la ejecución de las cargas de trabajo reduce la eficiencia de los Datacenters de la nube. Para resolver el problema de la calefacción de CDCs, la programación térmica está diseñada para minimizar la temperatura de consigna de enfriamiento, los puntos calientes y el gradiente térmico. La programación térmica es económica y efectiva en comparación con el modelado térmico.

El consumo de energía de los CDC se puede minimizar activando los servidores adyacentes entre sí en un bastidor o chasis, pero la densidad de energía aumenta, lo que crea en una concentración de calor. Para resolver este problema, se requiere un mecanismo de enfriamiento. Existe la necesidad de técnicas eficaces de programación térmica, que puedan ejecutar cargas de trabajo con una concentración y disipación de calor mínimas.

Esto también reduce la carga del mecanismo de enfriamiento y se puede ahorrar electricidad. La complejidad de la programación y el monitoreo aumenta debido a la variación de las temperaturas de los servidores en los CDC, lo que también causa imprecisión en el perfil térmico. Para resolver este problema, se necesitan perfiles térmicos actualizados dinámicamente en lugar de estáticos, que se actualizarán automáticamente y proporcionarán valores de temperatura más precisos. Se pueden encontrar técnicas térmicas existentes enfocadas en reducir la Power Usage Efficiency (PUE), pero una reducción en PUE puede no reducir el Total Cost of Ownership (TCO) [8].

VII-D. Virtualización

Durante la ejecución de las cargas de trabajo, se requiere la migración de VM para equilibrar la carga de manera efectiva para utilizar recursos de energía renovable en CDC descentralizados. Debido a la falta de energía renovable en el sitio, las técnicas de VM migran las cargas de trabajo a las otras máquinas distribuidas geográficamente. La tecnología VM también ofrece la migración de cargas de trabajo desde centros de datos en la nube basados en energía renovable a los centros de datos en la nube utilizando el calor residual en otro sitio.

Para equilibrar la demanda de carga de trabajo y la energía renovable, las técnicas de consolidación y migración de carga de trabajo basadas en VM proporcionan recursos virtuales utilizando pocos servidores físicos. Para optimizar el rendimiento de la virtualización, el almacenamiento de un servidor en ejecución a otro se puede migrar sin afectar la ejecución de la carga de trabajo de VM.

La utilización del calor residual y las alternativas de recursos de energía renovable se aprovechan de las técnicas de migración de VM para permitir la computación en la nube sostenible. Es un gran desafío para las técnicas de migración de VM mejorar la utilización de energía y el retraso de la red al migrar las cargas de trabajo entre recursos distribuidos geográficamente. Aumentar el tamaño de VM consume más energía, lo que puede aumentar el retraso del servicio. Para resolver este problema, se requiere comunicación punto a punto para la migración de VM utilizando WAN [8].

VII-E. Planificación de capacidad

Los proveedores de servicios en la nube deben involucrar una planificación de capacidad efectiva y organizada para lograr un sólido Return of Inversion (ROI). La planificación de la capacidad se puede realizar para infraestructura de energía, recursos de TI y cargas de trabajo. El SLA debe definir los parámetros de calidad del servicio para garantizar el respaldo y la recuperación, el almacenamiento y la disponibilidad que mejore la satisfacción del usuario y atraiga a más clientes en el futuro [8].

Es necesario considerar parámetros de utilización importantes por aplicación para maximizar la utilización de los recursos a través de la virtualización al encontrar las aplicaciones, que pueden fusionarse. La fusión de aplicaciones mejora la utilización de recursos y reduce el costo de capacidad. Para una planificación eficiente de la capacidad, las cargas de trabajo en la nube deben analizarse antes de la ejecución para finalizar su ejecución para cargas de trabajo orientadas a plazos.

VIII. CONCLUSIONES

1. Con ayuda de los CDCs podría reducirse en gran medida la emisión de gases de efecto invernadero y sentar un ejemplo a otros sectores industriales para poder abandonar las fuentes de energía no renovable
2. Nuevos modelos de arquitecturas para centros de procesamiento de datos en la nube son necesarios para mantener la rentabilidad y mitigar el impacto ambiental.
3. La computación en la nube tiene un potencial enorme para transformar el mundo de las tecnologías de la información, dado que nos beneficia con una reducción de costos, mejor eficiencia y agilidad en el negocio, y además contribuye a un mundo más sostenible.
4. La administración de los recursos de manera holística mejora la eficiencia de la energía en la infraestructura y dispositivos de enfriamiento, integrándolos mediante una técnica de administración de recursos conciente del consumo de energía y aplicados al equipamiento de las tecnologías de la información.
5. Aunque las emisiones de carbono de los proveedores de la nube aumenten a medida que suba su porcentaje de utilización, en general las emisiones netas disminuirán cuando los clientes reemplacen los servidores existentes con servicios en la nube.

REFERENCIAS

- [1] Global e-Sustainability Initiative (GeSI).SMART 2020: Enabling the Low Carbon Economy in the Information Age. 2008. [online] Disponible en: <https://www.theclimategroup.org/sites/default/files/archive/files/Smart2020Report.pdf>
- [2] Big Data Goes Green - Renewable Energy World. [online]. Disponible en: <https://www.renewableenergyworld.com/2012/07/09/big-data-goes-green/>
- [3] Kepes, B. (2017). Greenpeace announces its latest report about the environmental impacts of cloud. [online]. Disponible en: <https://www.computerworld.com/article/3157854/greenpeace-announces-its-latest-report-about-the-environmental-impacts-of-cloud.html>
- [4] Cloud computing – a green opportunity or climate change risk? — Low carbon ICT — The Guardian.[online]. Disponible en: <https://amp.theguardian.com/sustainable-business/cloud-computing-climate-change>
- [5] IaaS: infraestructura escalable en la nube. [online]. Disponible en: <https://www.ionos.es/digitalguide/servidores/know-how/que-es-iaas/>
- [6] ¿Qué es IaaS? — RackSpace Library [online]. Disponible en: <https://www.rackspace.com/es-co/library/what-is-iaas>
- [7] Tecnología de la información — Wikipedia [online]. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Tecnología_de_la_información
- [8] Sustainable Cloud Computing: Foundations and Future Directions. Rajkumar Buyya and Sukhpal Singh Gill. 2018. [online]. Disponible en: <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1805/1805.01765.pdf>
- [9] Software como servicio — Wikipedia. [online] Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Software_como_servicio
- [10] Clickclean. [online]. Disponible en: <http://www.clickclean.org/international/en/>
- [11] Que es Cloud Computing? — Conectart. [online] Disponible en: https://blog.conectart.com/que-es-cloud-computing/Tiposdel_Cloud_Computing
- [12] Que es middleware?. Azure de Microsoft. [online] Disponible en: <https://azure.microsoft.com/es-es/overview/what-is-middleware/>
- [13] Que es la calidad de servicio?. Aiteco. [online] Disponible en: <https://www.aiteco.com/que-es-la-calidad-de-servicio/>