



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

ESTUDIO COMPARATIVO DEL COSTO TOTAL DE PROPIEDAD ENTRE CLOUD, GRID COMPUTING E INFRAESTRUCTURA FÍSICA EN PYMES DE BOGOTÁ DEL SECTOR TEXTIL

German Eduardo Ceballos Martinez

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de ciencias económicas

Bogotá, Colombia

2021

ESTUDIO COMPARATIVO DEL COSTO TOTAL DE PROPIEDAD ENTRE CLOUD, GRID COMPUTING E INFRAESTRUCTURA FÍSICA EN PYMES DE BOGOTÁ DEL SECTOR TEXTIL

German Eduardo Ceballos Martinez

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título
de:

Magister en administración

Director (a):

Msc. Martha Liliana Correa Ospina

Codirector (a):

Ph.D. Beatriz Helena Díaz Pinzón

Línea de Investigación:

Sistemas y tecnologías de información en las organizaciones

Grupo de Investigación:

Grupo de Investigación en Sistemas y Tecnologías
de Información en las Organizaciones (GISTIC)

Universidad Nacional de Colombia

Facultad, Departamento (Escuela, etc.)

Ciudad, Colombia

Año

(Dedicatoria o lema)

A mis padres que inculcaron en mi la importancia del estudio para el desarrollo personal y para la construcción de sociedad.

Declaración de obra original

Yo declaro lo siguiente:

He leído el Acuerdo 035 de 2003 del Consejo Académico de la Universidad Nacional. «Reglamento sobre propiedad intelectual» y la Normatividad Nacional relacionada al respeto de los derechos de autor. Esta disertación representa mi trabajo original, excepto donde he reconocido las ideas, las palabras, o materiales de otros autores.

Cuando se han presentado ideas o palabras de otros autores en esta disertación, he realizado su respectivo reconocimiento aplicando correctamente los esquemas de citas y referencias bibliográficas en el estilo requerido.

He obtenido el permiso del autor o editor para incluir cualquier material con derechos de autor (por ejemplo, tablas, figuras, instrumentos de encuesta o grandes porciones de texto).

Por último, he sometido esta disertación a la herramienta de integridad académica, definida por la universidad.

Geman Eduardo Ceballos Martinez

Nombre

Fecha 16/02/2021

Fecha

Agradecimientos

Agradezco a todos los que me acompañaron en este proceso iniciando por mi familia que fueron durante todo el proceso de aprendizaje.

Agradezco a las profesoras que me dieron la guía y el acompañamiento para lograr el correcto desarrollo de este trabajo de grado, por sus inmensas enseñanzas durante el proceso y a todas las personas que generaron conocimiento en mi para lograr este objetivo.

Resumen	¡Error! Marcador no definido.
Lista de ilustraciones	¡Error! Marcador no definido.
Lista de tablas	¡Error! Marcador no definido.
Lista de abreviaturas	¡Error! Marcador no definido.
Introducción	¡Error! Marcador no definido.
Identificación y descripción del problema – Pregunta de investigación	¡Error! Marcador no definido.
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
1. Metodología de investigación	¡Error! Marcador no definido.
1.1 Fases de investigación	¡Error! Marcador no definido.
1.2 Revisión sistemática de literatura	¡Error! Marcador no definido.
1.3 Postulados hipotéticos	¡Error! Marcador no definido.
1.4 Instrumento para la recolección de la información	¡Error! Marcador no definido.
1.5 Análisis de datos	¡Error! Marcador no definido.
2. Marco teórico	¡Error! Marcador no definido.
2.1 Infraestructura tradicional	¡Error! Marcador no definido.
2.2 GRID COMPUTING	¡Error! Marcador no definido.
2.3 CLOUD COMPUTING	¡Error! Marcador no definido.
2.4 Costo total de propiedad - TCO	¡Error! Marcador no definido.
2.5 Comparativo costo total de propiedad (TCO)	¡Error! Marcador no definido.
3. Aspectos relevantes TCO	¡Error! Marcador no definido.
3.1 TCO de la Infraestructura tradicional	¡Error! Marcador no definido.
3.1.1 Costos infraestructura tradicional	¡Error! Marcador no definido.
▪ Factores para TCO en infraestructura tradicional	¡Error! Marcador no definido.
3.2 TCO del Grid computing	¡Error! Marcador no definido.
3.2.1 Costos del Grid Computing	¡Error! Marcador no definido.
▪ Costos de Hardware	¡Error! Marcador no definido.
▪ Costos de recursos locales	¡Error! Marcador no definido.
▪ Costos de software	¡Error! Marcador no definido.
▪ Costos de personal	¡Error! Marcador no definido.
▪ Costos de comunicación	¡Error! Marcador no definido.
3.3 TCO del Cloud Computing	¡Error! Marcador no definido.
3.4 Costos del Cloud computing	¡Error! Marcador no definido.
▪ Instancias IaaS por demanda	¡Error! Marcador no definido.
▪ Instancias IaaS reservadas	¡Error! Marcador no definido.
▪ Cargos PaaS	¡Error! Marcador no definido.
▪ Cargos interproveedor	¡Error! Marcador no definido.
3.5 TCO en Pymes del sector textil	¡Error! Marcador no definido.
4. Conclusiones y recomendaciones	¡Error! Marcador no definido.
4.1 Conclusiones	¡Error! Marcador no definido.

X Estudio comparativo del costo total de propiedad entre Cloud, Grid computing e infraestructura física en Pymes de Bogotá del sector textil

4.2 Recomendaciones ¡Error! Marcador no definido.

A. Anexo: Nombrar el anexo A de acuerdo con su contenido ¡Error! Marcador no definido.

B. Anexo: Nombrar el anexo B de acuerdo con su contenido ¡Error! Marcador no definido.

Bibliografía ¡Error! Marcador no definido.

Resumen

Estudio comparativo del costo total de propiedad entre Cloud, Grid computing e infraestructura física en Pymes de Bogotá del sector textil

Las Pymes representan un sector relevante en la economía de Colombia, sin embargo, su falta de competitividad ha hecho que el nivel de éxito de estas se vea reducido. Uno de los factores que se han detectado de cara a estos problemas de competitividad ha sido la falta de tecnología que soporta sus procesos de negocio y apalancan la toma de decisiones, esto originado en gran parte por los presupuestos limitados que se tienen y a la percepción de necesitar inversiones grandes al momento de adquirir sistemas de información.

En este trabajo se exploraron y se compararon la infraestructura tradicional, el Cloud Computing y el Grid Computing, tomando como base los factores que se deben tener en cuenta de cara a realizar un estudio del costo total de propiedad con el fin de determinar qué opciones pueden ser viables para las Pymes bogotanas del sector textil.

De igual manera se realizaron entrevistas a seis Pymes del sector textil de Bogotá con el fin de contrastar los sistemas de información, su inversión en tecnología, tipo de infraestructura y la forma como administran los costos relacionados con tecnología de forma tal que se pudiera contrastar contra los modelos investigados.

Palabras claves: infraestructura tradicional, Cloud computing, Grid computing, costo total de propiedad (TCO)

Abstract

Total cost of ownership comparative study between Cloud, Grid Computing and On premise infrastructure on Bogota's SMEs textile sector

SMEs represent a relevant sector in the Colombian economy; however, their lack of competitiveness has reduced their level of success. One of the factors that have been detected in the face of these competitiveness problems has been the lack of technology that supports their business processes and leverages decision making, this largely originated by the limited budgets they have and the perception of needing large investments when acquiring information systems.

This paper explored and compared the traditional infrastructure, Cloud Computing and Grid Computing, based on the factors that should be considered to conduct a study of the total cost of ownership to determine which options may be viable for Bogota's SMEs in the textile sector.

Likewise, six interviews were made to SMEs of the textile sector in Bogota to contrast the information systems, their investment in technology, type of infrastructure and the way they manage technology-related costs in such a way that they could be contrasted against the models investigated.

Keyword: On premise, Cloud computing, Grid computing, total cost of ownership (TCO)

Contenido

	Pág.
Resumen	XI
Lista de ilustraciones	XV
Lista de tablas	XVI
Lista de abreviaturas	XVII
Introducción	1
Identificación y descripción del problema – Pregunta de investigación	6
Pregunta de investigación	6
Objetivos	6
Objetivo general	7
Objetivos específicos	7
1. Metodología de la investigación	9
1.1 Fases de investigación	10
1.2 Revisión sistemática de literatura	13
1.3 Postulados hipotéticos	15
1.4 Instrumento para la recolección de la información	16
1.5 Análisis de datos	19
2. Marco Teórico	21
2.1 Infraestructura tradicional	21
2.2 GRID COMPUTING	23
2.3 CLOUD COMPUTING	27
2.4 Costo total de propiedad - TCO	32
2.5 Comparativo costo total de propiedad (TCO)	38
3. Aspectos relevantes TCO	43
3.1 TCO de la Infraestructura tradicional	43
3.1.1 Costos infraestructura tradicional	44
▪ Factores para TCO en infraestructura tradicional	45
3.2 TCO del Grid computing	46
3.2.1 Costos del Grid Computing	47
▪ Costos de Hardware	49
▪ Costos de recursos locales	50
▪ Costos de software	50
▪ Costos de personal	51
▪ Costos de comunicación	51
3.3 TCO del Cloud Computing	52
3.4 Costos del Cloud computing	54
▪ Instancias IaaS por demanda	56

XIV Estudio comparativo del costo total de propiedad entre Cloud, Grid computing e infraestructura física en Pymes de Bogotá del sector textil

- Instancias IaaS reservadas 57
- Cargos PaaS..... 57
- Cargos interproveedor..... 57
- 3.5 TCO en Pymes del sector textil..... 58
- 4. Conclusiones y recomendaciones 63**
 - 4.1 Conclusiones 63
- Anexos..... 69**
- Bibliografía 79**

Lista de ilustraciones

Ilustración 1: Proceso análisis de datos.	19
Ilustración 2: Infraestructura de sistemas de información	22
Ilustración 3: Protocolo de arquitectura de un Grid	26
Ilustración 4: Modelo de referencia del Cloud.	54

Lista de tablas

Tabla 1: Fases de la investigación.	12
Tabla 2: Ecuaciones de búsqueda.	13
Tabla 3: Estructura de la entrevista.	17
Tabla 4: Roles de los entrevistados.	18
Tabla 5: Características del Cloud Computing.	28
Tabla 6: Modelos de servicio.	30
Tabla 7: Modelos de implementación.	31
Tabla 8: Categorías TCO.	34
Tabla 9: Tipos de costo TCO.	39
Tabla 10: Modelo de TCO.	40
Tabla 11: Categorías costos asociados.	46
Tabla 12: Categorías costos de Hardware.	49
Tabla 13: Costos de comunicación.	51
Tabla 14: Tipo de costos infraestructura cloud.	58
Tabla 15: Costos infraestructura tradicional.	60
Tabla 16: Costos de infraestructura Cloud.	61
Tabla 17: Evaluación postulados hipotéticos.	63

Lista de abreviaturas

Abreviatura	Término
Pymes	Pequeñas y medianas empresas
TCO	Costo total de propiedad
SaaS	Software as a Service
SOA	arquitectura orientada a servicios
Acopi	asociación colombiana de micro, pequeñas y medianas empresas
SMMLV	Salario Mínimo Mensual Legal Vigente
TICs	Las tecnologías de la información y las comunicaciones
DANE	Departamento Nacional de Estadística de Colombia
Fedesarrollo	Fundación para la Educación Superior y el Desarrollo
TI	tecnologías de la información
PaaS	Platform as a service
IaaS	Infraestructure as a service (IaaS)
OPEX	Capital de operación
CAPEX	Capital de inversión
UPS	uninterruptible power supply
LAN	Local area network
QoE	calidad de la experiencia
QoS	calidad del servicio
SLA	acuerdo de nivel de servicio
BI	Business intelligence

Introducción

Con el desarrollo del internet se han abierto grandes oportunidades y a su vez han venido emergiendo nuevas infraestructuras colaborativas (Buthelezi et al., 2008). En este contexto, nuevos modelos de servicio tienen como base el pago por uso, por medio de infraestructura con un costo bajo, apoyado en el conocimiento de las necesidades de las organizaciones y de una flexibilidad de consumos de infraestructura que varían dependiendo de la demanda que se identifique (Kesselman & Foster, 2004).

Dentro de las tecnologías desarrolladas a partir del internet una de ellas fue el Grid Computing como lo mencionan Buthelezi et al. (2008). Sus orígenes fueron motivados para solucionar problemas identificados por la ciencia y la academia, sin embargo, se puede buscar aplicación en el entorno comercial, esto de la mano con el cambio drástico que se está dando en cómo ha evolucionado el paradigma para satisfacer necesidades informáticas por las organizaciones.

El Grid se asemeja bastante a los servicios públicos y su costo depende en cómo los usuarios pueden pagar por el uso del servicio en vez de pagar por la tarifa plena de una infraestructura tecnológica. Dentro de la industria del software se parecería a los modelos de Software as a Service (SaaS), en donde las organizaciones no compran una licencia, sino que realizan un pago por el uso del software cada vez que éste sea utilizado (Buthelezi et al., 2008).

Como lo explica Ali (2018), el Grid Computing es una separación de recursos desde diferentes sitios, el objetivo de utilizar esta infraestructura es solucionar grandes problemas de cómputo con unos valores de costo reducidos. Los usuarios pueden acceder a estos recursos de cómputo sin necesidad de saber dónde están ubicados estos, ya que el Grid se puede encontrar distribuido a nivel mundial con la ayuda del internet que se encarga de hacer estas interconexiones.

Para Guharoy et al. (2017) esta tecnología tiene diferentes ventajas como: bajos costos, maximización de los recursos informáticos y de las inversiones en infraestructura tecnológica. Además, según Ali (2018) a través de esta tecnología se pueden lograr grandes capacidades de procesamiento, maximización del uso de almacenamiento en disco y su gran énfasis es el poder computacional para solucionar problemas de cómputo, es por esto que dicha infraestructura es usada en entornos de investigación y educativos. De acuerdo a esto, el Grid Computing se convierte en una alternativa a tener en cuenta al momento de implementar infraestructuras tecnológicas que podrían disminuir el costo total de propiedad (TCO).

Dentro de las infraestructuras colaborativas generadas por el internet vale la pena también traer a colación el Cloud Computing, este ha tomado un auge que se debe resaltar en los últimos años. El apogeo del Cloud ha venido marcado por el uso comercial que se le ha dado y las ventajas que genera en las organizaciones, esta tecnología ha venido cambiando la forma como estas conciben su negocio con una dinámica escalable por medio de recursos virtualizados que son provistos como servicios a través del internet, este modelo ha creado nuevas oportunidades para las organizaciones (Xu, 2012).

Toda estas bondades que ha generado el Cloud se han visto reflejadas en ahorro de costos, en una fácil y rápida escalabilidad para las organizaciones y ha hecho que las áreas de tecnologías de la información tengan una mayor alineación con las estrategias corporativas, sin duda ha venido emergiendo para consolidarse como uno de los mayores habilitadores para las organizaciones (Xu, 2012).

Para Xu (2012) el modelo de negocio que han venido generando con el Cloud Computing de pago por uso ha hecho que las organizaciones se flexibilicen y han permitido escalar el uso de los sistemas de información según sea su demanda y su estacionalidad, además de otras ventajas como lo son la fiabilidad, hecho que genera que las áreas de tecnología no se preocupen tanto por la estabilidad, sino por su contribución al negocio.

El Cloud al ser enfocado en organizaciones tiene una derivación y un tratamiento de orientación al negocio, de esta forma se tienen diferentes modelos como lo son: software as a services (SaaS), platform as a service (PaaS) e infrastructure as a service (IaaS), estas tres opciones son los modelos de negocio más comunes y son entregados al cliente

por medio de estándares ya definidos por la industria como lo son los servicios web, la arquitectura orientada a servicios (SOA) o servicios representativos de transferencia, estos modelos de servicio tienen un fuerte impacto en la disminución del costo total de propiedad (TCO) usándolos de forma correcta (Xu, 2012).

Por otro lado, se tienen las infraestructuras físicas que han venido siendo usadas regularmente por las organizaciones, las cuales se tienen en data center corporativos, estos necesitan unas inversiones altas, además de una muy buena presupuestación de los recursos a usar, esta presupuestación ha generado ineficiencias en los consumos de energía y en el uso del espacio físico (Kamoun, 2009). Además, se recalca que del total de los recursos disponibles las organizaciones en promedio usan por debajo del 10% de las capacidades de estas infraestructuras generando altos sobrecostos a las organizaciones que realizan grandes inversiones que son subutilizadas (Dittner et al., 2006).

Con estas alternativas descritas en los párrafos anteriores como lo son el Cloud, el Grid computing y la infraestructura tradicional ha hecho que el abanico de oportunidades para las organizaciones se ampliara al momento de decidir sobre el tipo de infraestructura, sin embargo, para esta evaluación vale la pena mirar los costos asociados por estas tecnologías. Fera & Nunn (2006) advierten que la tecnología normalmente acarrea dos tipos de costos englobados en el TCO: costos base y costos actuales, los costos base son aquellos relacionados con la implementación de los sistemas de información y con la infraestructura de red y se deben tener en cuenta los costos de trabajo; y las compras de software y hardware. Por otra parte, los costos actuales son todos los costos relacionados después que la infraestructura y los sistemas de información se encuentran implementados, estos son caracterizados como directos e indirectos.

Fera & Nunn (2006) sostienen que los costos directos son aquellos relacionados al día a día como mantenimiento, soporte, monitoreo, entre otros, mientras que los indirectos son aquellos que no se encuentran presupuestados y son causados por el tiempo que ha estado abajo la infraestructura o aquellos por los cuales se generan ineficiencias en los usuarios por mal uso de las herramientas tecnológicas, por su naturaleza estos son subjetivos.

Ampliando el significado del TCO, Fera & Nunn (2006) lo definen como el costo en el que incurre una organización por provisionar y dar continuidad a los sistemas de información. Adicional, plantean que esta métrica es importante en tecnología tanto para la industria como para sus usuarios y su medición debería ser un proceso continuo en las organizaciones ya que permite planear e intervenir de forma adecuada los planes, generar las mejores prácticas al momento de implementaciones y reducir la complejidad de estas.

Por otra parte, Mieritz & Kirwin (2005) en el glosario que contiene su página Web definen el TCO como “una evaluación integral de las tecnologías de información u otros costos a lo largo de la organización, para tecnologías de información que incluye las adquisiciones de software y hardware, administración y soporte, comunicaciones, gastos de usuarios finales y costos de oportunidad por estar el sistema abajo, entrenamiento y productividad que se pueda perder”.

Con el anterior contexto y entendiendo el Grid Computing, el Cloud Computing y la infraestructura física; además, del impacto que tiene el medir el TCO en las organizaciones vale la pena tener en cuenta estas alternativas a sectores vulnerables y de impacto en la economía como lo son las Pymes. Estas tienen una relevancia bastante amplia en la economía mundial, y en el contexto colombiano. Basta ver estudios donde según la asociación colombiana de micro, pequeñas y medianas empresas (Acopi), las Mipymes tienen una representación del 96,4% en la estructura empresarial (Acopi, 2018).

En la legislación de Colombia esta tipología de empresas no sobrepasan los 200 empleados y los 30.000 Salario Mínimo Mensual Legal Vigente (SMMLV) en activos, Acopi (2018) complementa esta información con las siguientes estadísticas: las Pymes generan aproximadamente el 40% del PIB de Colombia y el 81% de los empleos formales en el país. Con estas cifras se puede entender la trascendencia y la magnitud que tiene para la estabilidad económica el sector de las Pymes, sin embargo, es preocupante ver las cifras de mortalidad de estas empresas, ya que cerca del 4% de las Pymes que se conforman sobreviven a los 5 años de operación (Acopi, 2018).

Estas cifras de mortalidad dan pie para entender que la competitividad es un factor común dentro las problemáticas que tienen las Pymes, ser competitivos en un entorno globalizado

es de vital importancia para la perdurabilidad de las organizaciones en general, estudios como el de Beltran (2006) reflejan cómo la competitividad es uno de los mayores problemas que tienen las Pymes colombianas y por lo cual tienen un alto nivel de fracaso.

Con estos argumentos vale la pena buscar alternativas para el incremento de la productividad en las Pymes. Las tecnologías de la información y las comunicaciones (TICs) cobran relevancia y entran a ser un factor relevante, estas aportan a la competitividad de los países y además son una palanca importante para que las Pymes entren en un entorno competitivo, ya sea por conectividad, por ampliar su mercado, por organización de la información, entre otros (Castro et al., 2011).

Sin embargo, los bajos niveles de innovación y absorción de tecnologías junto con el rezago en la penetración de tecnologías de información y conectividad son problemas que aquejan a las Pymes y es uno de los factores por los cuales la falta de competitividad se ha visto reflejado en un alto nivel de mortandad en dicho sector, afectando directamente la economía colombiana (Montoya et al., 2010).

Es por esto que vale la pena entrar a detallar posibles soluciones para que las Pymes rompan esta brecha tecnológica y su fortalecimiento vaya en ascenso, tener en cuenta diferentes opciones de infraestructura cobra relevancia y será objeto de esta investigación evaluar entre el Grid Computing, el Cloud Computing o la infraestructura física pueden ser una opción para facilitar la implementación de TIC en Pymes, tomando un nuevo elemento como el Grid Computing y como es visto en la investigación realizada de Buthelezi et al. (2008) donde encontraron como el Grid Computing fue una alternativa determinante para Pymes africanas disminuyendo el costo total de propiedad y generando competitividad apalancando la implementación de sistemas de información.

Identificación y descripción del problema – Pregunta de investigación

Teniendo en cuenta que uno de los factores por los cuales las pymes pierden competitividad es la falta de absorción de tecnologías (Montoya et al., 2010) y que los altos costos de inversión y mantenimiento de infraestructura tecnológica son una barrera para la implementación de TIC's para este tipo de empresas (Fedesarrollo & CCIT, 2013), se plantea realizar un análisis comparativo entre el Cloud, Grid Computing e infraestructura tradicional identificando los aspectos relevantes de cada infraestructura con respecto al costo total de propiedad.

Pregunta de investigación

¿Qué diferencial tiene el Cloud frente el Grid Computing y la infraestructura física para Pymes del sector textil tomando como comparación el costo total de propiedad?

Objetivos

Objetivo general

Identificar diferencial entre el Cloud, el Grid Computing y la infraestructura física para Pymes del sector textil tomando como factor de comparación el costo total de propiedad.

Objetivos específicos

- ✓ Identificar las generalidades del Cloud Computing, el Grid Computing, la infraestructura física y el costo total propiedad teniendo en cuenta su definición, componentes y características.
- ✓ Identificar los aspectos relevantes del costo total de propiedad del Grid computing, infraestructura física y Cloud Computing en el contexto de Pymes del sector textil de Bogotá.

Contrastar las características principales del Cloud computing, Grid Computing e infraestructura física en el contexto de Pymes del sector textil de acuerdo con los factores de costo total de propiedad aplicables a cada tipo de infraestructura.

1. Metodología de la investigación

El estudio que soportó este trabajo tuvo un enfoque filosófico de realismo crítico enfocado en el impacto que tiene el uso de las tecnologías de la información en las organizaciones teniendo en cuenta que este enfoque filosófico reconoce el valor y las limitaciones de enfoques tradicionales generando un complemento entre las corrientes del interpretativismo el cual subraya las limitaciones del conocimiento sobre nuestro mundo y tiende a disminuirlo; y la corriente empírica que define la ciencia en términos medibles y observables (Mingers, 2006).

Para Mingers (2006) un enfoque en el realismo crítico busca generar una forma de ontología realista, Por esto se puede estudiar la realidad desde diferentes métodos y así obtener conocimiento de aspectos que no son observables ni medibles como estructuras sociales. Un ejemplo de ello es la interacción de los sistemas de información con las organizaciones. A través de la multimetodología de pensamiento de sistemas planteada por Mingers (2006) se pretende dar respuesta a la pregunta de investigación anteriormente planteada.

Según Mingers (2006) dicha multimetodología proporciona elementos que permiten resolver problemas que son divisibles a través de la combinación de varias metodologías para que estas sean complementarias. Mingers (2006) agrega como la multimetodología genera una conexión muy cercana desde diferentes ámbitos como la teoría, la filosofía y los métodos de investigación. Además, muchas veces los métodos de intervención en la investigación permiten tener dos enfoques cualitativos y cuantitativos.

Además de dichos enfoques, vale la pena también aclarar cuál es la diferencia entre método y metodología, para Mingers (2006) el método es una secuencia de actividades previamente definida que de realizarse de forma correcta produce resultados predecibles,

por otro lado la metodología puede tener varios significados, uno puede ser el estudio de los métodos, el segundo es cuando se habla de una forma particular de abordar una investigación y el tercer significado está encaminado a una combinación de métodos (Mingers, 2006).

La multimetodología fue seleccionada para este trabajo de grado por la forma como aborda desde diferentes perspectivas (material, personal y social) ajustándose en este caso desde lo social y lo organizacional, puntos relevantes cuando de sistemas de información se trata, aprovechando la combinación de diferentes métodos de investigación y teniendo en cuenta además las 4 fases planteadas apreciación, análisis, evaluación y acción planteadas por (Mingers, 2006).

1.1 Fases de investigación

La fase de apreciación estuvo acompañada de la experiencia del investigador, además tuvo en cuenta la literatura y las teorías generadas sobre la temática (Mingers, 2006). En el análisis se tuvo en cuenta la información recopilada en el paso anterior para dar entendimiento de la temática, así se generaron los postulados hipotéticos, estos postulados hipotéticos tuvieron como base la tabla 10, en la cual se encuentran estipulados los atributos encontrados en la búsqueda de la literatura que deberían ser tenidos en cuenta al momento de calcular el TCO en las organizaciones dependiendo del tipo de infraestructura usada, vale la pena aclarar que se tuvieron limitantes en la ejecución de las entrevistas ya que en las realizadas no se encontraron organizaciones que tuvieran el Grid Computing como base de la infraestructura.

En la fase de evaluación se dio respuesta a los postulados hipotéticos por medio de explicaciones generadas a partir de contrastar lo encontrado en la literatura y la aplicación y análisis de las entrevistas; y en la etapa de acción se lograron los cambios deseados para llegar al punto de la divulgación de la investigación (Mingers, 2006).

Previa a la fase de apreciación se realizó la identificación del problema, en esta fase se hizo una descripción de la problemática identificada con su respectiva justificación, para dicha justificación fue necesario revisión de la literatura de investigaciones anteriores y de estudios hechos en los temas relevantes de la investigación, cómo Grid Computing, infraestructura tradicional, Cloud computing y Pymes, para delimitar la problemática expuesta en el problema concreto que va de la mano con la pregunta de investigación, estos son los derroteros que marcaron el desarrollo de la investigación.

La fase de apreciación se dividió en dos partes, la primera fue la redescipción, se hizo referencia a que está pasando, esto se realizó por medio de revisión bibliográfica y se dividió en tres secciones, que corresponden con la definición e identificación de las características y costos de cada uno de los tres tipos de soluciones de infraestructura que se consideran en este trabajo

Primero, se realizó la búsqueda en revistas indexadas artículos académicos en los cuales se hubiera estudiado previamente implementaciones de Grid Computing, Cloud computing e infraestructura tradicional en diferentes ámbitos, tanto organizacionales como académicos, además de hacer una búsqueda de información identificando componentes claves y factores relevantes del TCO, para esto se tomó como fuente las revistas y los buscadores con los cuales la Universidad Nacional tiene convenios, además de Google Scholar de esta forma se desarrolló el primer objetivo específico.

Se apoyó la búsqueda también con cifras generadas por el Departamento Nacional de Estadística de Colombia (DANE), la Fundación para la Educación Superior y el Desarrollo (Fedesarrollo), y la Asociación Colombiana de las Micro, Pequeñas y Medianas empresas (Acopi), por medio de estas se estudió el estado de las Pymes colombianas, profundizando en el sector textil y su respectivo nivel de absorción de tecnologías de información.

En el segundo capítulo, ya identificado el marco conceptual de los elementos que se tendrían en cuenta en la investigación, se realizó una búsqueda sistemática con el fin de encontrar en investigaciones previas resultados de implementaciones de Grid, Cloud e infraestructura física. El objetivo de revisar estas investigaciones fue encontrar en la

literatura aspectos relevantes que se deben tener en cuenta al momento de realizar estas implementaciones, de forma tal que se pueda conocer el TCO de estas y que de esta forma permita a las organizaciones medir los costos incurridos de estas posibles opciones de infraestructura de tecnología.

Durante la fase de análisis se indagó por explicaciones al problema que se encontró en la fase uno. El objetivo fue encontrar posibles respuestas desde la teoría, generando postulados que pretendieran encontrar la raíz de la problemática, en este caso se tomó como base la información encontrada previamente.

Finalmente, durante la fase de evaluación se contrastó la información recopilada en entrevistas con personas que administran infraestructuras en Pymes del sector textil de Bogotá, con los datos encontrados en la revisión de la literatura. El objetivo fue dar respuesta al tercer objetivo específico en donde se validaron los elementos del costo total de propiedad relevantes a cada tipo de infraestructura en el contexto de las Pymes del sector textil Bogotano, identificando que características de estas infraestructuras favorecen o desfavorecen su implementación.

Tabla 1: Fases de la investigación.

Autoría propia

Fases	Objetivos	Logros
Identificación del problema	Descripción de la problemática	<ul style="list-style-type: none"> - Exploración de la literatura en conjunto con la experiencia del investigador
Fase de apreciación	Exploración de la literatura	<ul style="list-style-type: none"> - Revisión sistemática de la literatura - Construcción de las ecuaciones de búsqueda - Generación del marco teórico
Análisis	Construcción de mecanismos	<ul style="list-style-type: none"> - Construcción del cuadro comparativo de TCO entre las diferentes infraestructuras - Generación de los postulados hipotéticos

		- Generación de las entrevistas
Evaluación	Respuestas a los mecanismos o postulados hipotéticos	- Análisis de las entrevistas - Contraste del resultado de las entrevistas con los postulados hipotéticos
Acción	Conclusiones del trabajo	- Comparación de los resultados de las entrevistas con el marco teórico

1.2 Revisión sistemática de literatura

Durante la revisión de literatura se utilizaron los buscadores descritos a continuación con las siguientes ecuaciones de búsqueda, obteniendo los resultados que se expondrán:

Tabla 2: Ecuaciones de búsqueda.

Autoría propia

Identificador de la ecuación	Ecuación de búsqueda	Resultados	Artículos utilizados
Scopus 1	(TITLE-ABS-KEY (grid AND computing) AND TITLE-ABS-KEY (smes)) AND PUBYEAR > 1999	41	7
Scopus 2	(TITLE-ABS-KEY (traditional AND it AND infrastructure) OR TITLE-ABS-KEY (corporative AND data AND	11	5

14 Estudio comparativo del costo total de propiedad entre Cloud, Grid computing e infraestructura física en Pymes de Bogotá del sector textil

	center)) AND PUBYEAR > 2009		
Scopus 3	(TITLE-ABS-KEY (total AND cost AND of AND ownership) OR TITLE-ABS-KEY (tco)) AND PUBYEAR > 2009 AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar")) AND (LIMIT-TO (SUBJAREA , "COMP")) AND (LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Total Cost Of Ownership"))	106	8
Scopus 4	(TITLE-ABS-KEY (grid AND computing) AND TITLE-ABS-KEY (tco)) AND PUBYEAR > 1999	16	4
Scopus 5	(TITLE-ABS-KEY (cloud AND computing) AND TITLE-ABS-KEY (tco)) AND PUBYEAR > 1999	110	15

WoS 1	TOPIC: (grid computing) AND TOPIC: (smes)	4	1
WoS 2	TOPIC: (IT infrastructure) OR TOPIC: (corporative datacenter)	11	0

1.3 Postulados hipotéticos

En esta sección del trabajo se trabajaron los postulados hipotéticos como actividad de la fase de análisis, basados en la exploración de la literatura en donde se encontró las principales directrices que apoyaron este trabajo. El objetivo de estos postulados hipotéticos será contrastarlos en la fase de evaluación con los resultados se que obtuvieron en la aplicación del instrumento y de esta forma validar cuales de estos postulados aplican o no.

PH1 - Un diferencial importante que tiene el Cloud es que el presupuesto de inversión es bajo a comparación con el presupuesto de inversión de la infraestructura tradicional

Esta estructura hipotética está construida a partir de la exploración de la literatura en donde diferentes autores como (Fisher, 2018) o (Padhi, 2018) recalcan la importancia que tiene el presupuesto de inversión al momento de tomar una decisión de sistemas de información en las organizaciones, teniendo este como un derrotero para seleccionar el tipo de infraestructura que soportará estos.

PH2 – El costo total de propiedad es un racional en las organizaciones al momento de decidir por el tipo de infraestructura que soportará los sistemas de información

Esta estructura hipotética surge entendiendo autores como (Kooimey et al., 2008) donde evidencian la el impacto positivo en las organizaciones el administrar el TCO para poder medir el impacto de los retornos de las inversiones desde los sistemas de información, es por eso que una correcta administración del TCO debería ser un racional que marque el derrotero de las decisiones de la organización.

PH3 - El atributo de licenciamiento tiene un peso importante al momento de las organizaciones tomar la decisión por el tipo de infraestructura

Diferentes autores identifican impacto en cuanto al atributo de licenciamiento al momento de seleccionar el tipo de infraestructura soportará los sistemas de información, autores como (Opitz et al., 2008) hacen evidente la importancia de este ítem ya que desde este se desprenden presupuestos de inversión y/o gastos recurrentes que pueden impactar financieramente la organización.

PH4 - El tipo de presupuesto obtenido desde las diferentes infraestructuras es un diferencial relevante al momento de las organizaciones tomar la decisión sobre el tipo de infraestructura que usarán

Autores como (Fisher, 2018) citan en sus diferentes trabajos la importancia que tienen para las organizaciones el tipo de presupuesto acarreado por las diferentes infraestructuras que se vayan a implementar, mientras una infraestructura Cloud tiene un presupuesto operativo superior al presupuesto de inversión para el tipo de infraestructura tradicional el presupuesto de inversión suele ser mayor.

1.4 Instrumento para la recolección de la información

Para la selección del modelo se optó por una entrevista semiestructurada, esto debido a que la entrevista tuvo un guion sobre la cual se desarrolló, sin embargo, los entrevistados tuvieron la opción sobre este guion de responder libremente. Basado en las premisas de (Huberman & Miles, 2000), quienes sostienen se debe capturar la esencia de las personas,

objetos y situaciones. Para este fin se diseñó el instrumento de forma tal que se pudiera obtener el contexto de las organizaciones, de las decisiones tomadas en cuanto a infraestructura de los sistemas de información y de los racionales que llevaron a tomar dichas decisiones.

Para el ejercicio se realizó la grabación de las entrevistas las cuales fueron autorizadas por los entrevistados, sin embargo, no todas pudieron ser grabadas para esto se realizó una transcripción de forma tal que se pudiera garantizar la confiabilidad, flexibilidad y sencillez en el uso de la información como bien lo hablan (Huberman & Miles, 2000) de forma tal que cualquier miembro del equipo de trabajo pueda reproducir o verificar el trabajo realizado.

Este instrumento se elaboró basado en la revisión de literatura en donde se evaluaron los conceptos claves de los diferentes tipos de infraestructura a tener en cuenta basados en el TCO, la entrevista consta de 12 preguntas (Anexo 1).

El objetivo de la primera pregunta era tener el contexto de la organización, con las preguntas seguidas se tuvo la actualidad de los sistemas de información que tienen en la organización, después la siguiente sección tenía por objetivo entender los tipos de infraestructura que se tienen en la organización, el cálculo del TCO o los costos asociados por tecnologías de la información en la organización y por ultimo unas preguntas orientas al Grid Computing y el conocimiento que tienen los directores de tecnología o de infraestructura sobre este tipo de tecnología. En el anexo 1 se encuentra el detalle de la entrevista. (Tabla 3).

Tabla 3: Estructura de la entrevista.

Autoría propia

Sección de preguntas	Objetivo
Sección 1	Obtener el contexto de la organización

18 Estudio comparativo del costo total de propiedad entre Cloud, Grid computing e infraestructura física en Pymes de Bogotá del sector textil

Sección 2	Identificar los sistemas de información usados en la organización
Sección 3	Identificar los tipos de infraestructura que soportan los sistemas de información
Sección 4	Validar cómo se realiza la administración de los costos de los sistemas de información
Sección 5	Explorar el uso y conocimiento del Grid Computing en las organizaciones

Para llevar a cabo las entrevistas se seleccionaron seis Pymes del sector textil en Bogotá, en ellas se miró el estado y las decisiones de infraestructura tecnológica, teniendo en cuenta la opinión de quienes lideraran áreas de infraestructura o de tecnología, en la tabla 4 se detallan los roles de los entrevistados la fecha y duración de las entrevistas realizadas.

Tabla 4: Roles de los entrevistados.

Autoría propia

Empresa	Rol	Fecha	Duración
A	Jefe de tecnología	03/12/2020	22 minutos
B	Administrador de infraestructura	04/12/2020	28 minutos
C	Coordinador de sistemas	30/11/2020	10 minutos
D	Gerente de tecnologías de la información	07/12/2020	31 minutos
E	Líder transformación digital	02/12/2020	28 minutos
F	Gerente de tecnología	27/11/2020	18 minutos

1.5 Análisis de datos

El análisis de datos se trabajó con cuatro grandes capítulos, el primero fue la recolección de datos, basado en la multimetodología anteriormente descrita, el segundo es la reducción de datos, el tercero la presentación de los datos y el cuarto las conclusiones en las cuáles se encuentran la presentación y la verificación (Ilustración 1) (Huberman & Miles, 2000).

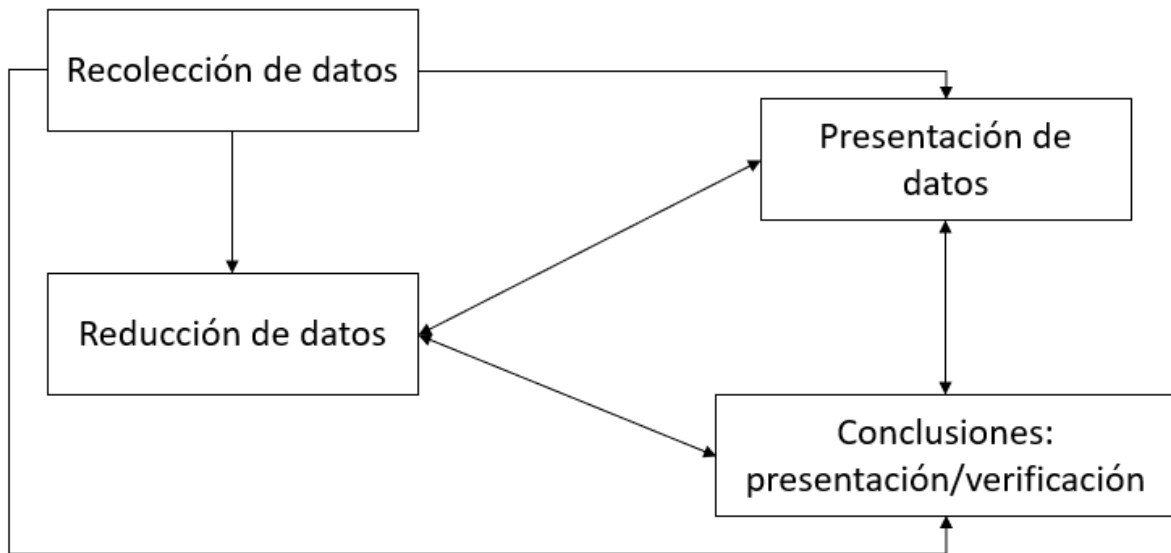


Ilustración 1: Proceso análisis de datos.

Autoría propia basado en (Huberman & Miles, 2000)

En el proceso de reducción de datos se tuvo en cuenta desde la acotación del marco conceptual hasta la pregunta de investigación. Posterior a esto y teniendo en cuenta la fase apreciación y análisis se tuvo una reducción adicional en los datos viendo esto representado en el modelo de TCO generado (Tabla 10). Adicional a esto se tuvo una reducción en los datos con la aplicación del instrumento (entrevista), todas estas instancias permitieron una mayor selección y condensación de los datos (Huberman & Miles, 2000).

Huberman & Miles (2000) definen la etapa de presentación de datos como un “Ensamble organizado y reducido que permite llegar a conclusiones y/o generar acciones y es una segunda e inevitable parte del análisis”, para esta fase es vital contar con la reducción de datos anterior la cual en la fase final se tuvo por medio de la transcripción de las entrevistas

y el agrupamiento de las palabras claves y de esta forma tener una tabulación de las respuestas y una condensación aun mayor de la información, teniendo en cuenta un factor clave al momento de analizar entrevistas y es el contexto con el cual se usaron las palabras, lo cual permitió que la presentación de datos se realizará de forma más sencilla y tener esta información en gráficos en donde se pudiera contrastar las respuestas para encontrar patrones entre estas. Estas graficas se encuentran en los anexos.

Por último en la fase de elaboración y verificación de conclusiones como lo hablan Huberman & Miles (2000) está basada en la interpretación del investigador, teniendo como base la presentación de la información, encontrando los significados correspondientes a los datos presentados, teniendo como foco la comparación/contraste y el señalamiento de patrones que se encontraron en la presentación de los datos.

2.Marco Teórico

Durante el desarrollo del marco teórico se da respuesta al primer objetivo específico en donde se identificaron las generalidades del Cloud computing, Grid computing, infraestructura tradicional y costo total de propiedad sobre los que se desarrolla el documento. A su vez el primer objetivo específico se logra durante la primera fase de la metodología, la apreciación, en la cual se realizó la revisión de la literatura.

2.1 Infraestructura tradicional

La infraestructura tradicional ha sido históricamente la que ha tenido más uso en las organizaciones, esta arquitectura tiene inmersa costos directos y permiten tener el panorama del TCO un poco más claro para las organizaciones, entre estos costos se encuentran servidores, administración de estos, software de los servidores, administración de los sistemas de información, entre otros, para este tipo de infraestructura es necesario incurrir a unos gastos recurrentes en las organizaciones tales como el mantenimiento y soporte de los software adquiridos, esto para poder obtener los beneficios de soluciones sobre problemas que se tengan con las herramientas, actualizaciones y soporte (Fisher, 2018).

Es decir, se diferencia de arquitecturas como el Cloud debido a que estas licencias no son adquiridas por las organizaciones ya que se está pagando como un servicio y por ello solo se obtiene el derecho del uso de dicho servicio, por lo general estos contratos se realizan a periodos pactados entre las partes (la empresa que ofrece el servicio cloud y la empresa contratante) (Fisher, 2018).

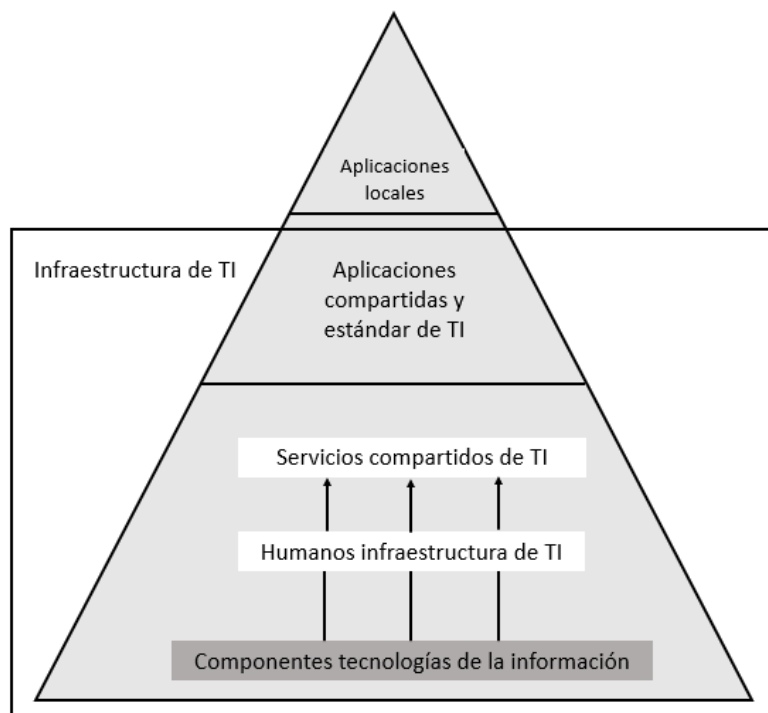


Ilustración 2: Infraestructura de sistemas de información

Tomado de (Akkermans & Van der Horst, 2002).

En la ilustración 2 se puede evidenciar la estructura de la infraestructura de sistemas de información. Akkermans & Van der Horst (2002) plantean en la base todo lo básico correspondiente a dicha infraestructura, allí se encuentran computadores, impresoras, routers, bases de datos, sistemas operativos, subiendo al segundo nivel se pueden evidenciar las habilidades de las personas de tecnología, conocimiento, políticas, directrices, estándares y experiencia. La suma de estos dos primeros componentes genera el tercer escalón en la pirámide, en donde se encuentran los servicios que son estables en el tiempo, como la administración de bases de datos, continuidad de los sistemas de información y los accesos a redes, mientras en el nivel 4 se encuentran los estándares compartidos de aplicaciones como los son la contabilidad, presupuestación y administración de los recursos humanos.

Para Akkermans & Van der Horst (2002) la infraestructura trasciende a lo que son computadores y conexiones de red, para ellos la infraestructura va más allá y está definida como la inversión total que las organizaciones han realizado en computación y tecnologías de la información, esto incluye el hardware, el software, las telecomunicaciones y los dispositivos necesarios para el funcionamiento de los sistemas de información como tablets o dispositivos en el punto de venta.

Las compañías suelen tomar diferentes decisiones en cuanto a la infraestructura buscando beneficios a corto, mediano y largo plazo, de esta forma cada compañía tiene diferentes puntos de vista de la infraestructura que deben manejar, algunas invierten en servicios compartidos, estandarización y centralización entre otras opciones. Es importante que cuando se tenga este tipo de infraestructura el personal de TI tenga los suficientes conocimientos y habilidades para maximizar el uso de dichos componentes (Akkermans & Van der Horst, 2002).

2.2 GRID COMPUTING

Foster (2002) define el Grid Computing como “una infraestructura de hardware y software que proporciona acceso confiable, consistente, generalizado y económico a capacidades computacionales de alta gama”, es decir, por medio de este concepto se pueden lograr unos niveles altos de capacidad computacional a unos costos asequibles para las organizaciones, en la actualidad es de vital importancia contar con alta capacidad de cómputo, ya que por pequeña que sea la organización se cuenta con altos niveles de datos para explotar de forma interna y/o externa a esta, los almacenados en sistemas transaccionales y los expuestos en internet que pueden generar una ventaja competitiva.

Volviendo a la definición del Grid Computing, su término fue acuñado a mediados de la década de los noventa, su precursor Ian Foster lo utilizó para referirse a tecnologías que permitieran ser usadas por pedido de los usuarios y dando acceso a recursos altos de cómputo, Foster et al. (2014) agregaban también que usando estándares dando como

ejemplo el internet podría lograrse que se estimulara la creación de una gran red informática similar a la red eléctrica, esto dio pie a que gran parte del mundo académico y científico colocara especial atención a esta tecnología, de esta forma se crearon algunos sistemas federados a gran escala como lo son: TeraGrid, Open Science Grid, caBIG, entre otros. Estos Grid fueron diseñados para generar altos niveles de cómputo, manejo de altos volúmenes de datos y software, todo esto bajo el concepto de ser bajo demanda (Foster et al., 2014).

Lo anterior dio origen a que empezaran a aparecer organizaciones generadoras de estándares entre ellas OGF, OASIS, entre otras. Estas organizaciones realizaron tareas relevantes al respecto, sin embargo, como lo comenta Foster et al. (2014) hasta 2014 no existían Grids con fines comerciales, aún sin tener fines comerciales el Grid tuvo unos objetivos al momento de su creación.

Los objetivos principales de esta tecnología son: (1) reducir el TCO, esto al ser una tecnología en donde los accesos a recursos de cómputo, datos y servicios se realizan por demanda; (2) aumentar la confiabilidad y aumentar la flexibilidad de los sistemas de cómputo, también derivados de estos recursos por demanda, además que la administración suele hacerse por medio de terceros lo cual parte de una centralización de recursos (Foster et al., 2014).

Foster et al. (2014) agrega que el Grid Computing en cuanto a estructura tecnológica no es nuevo, el concepto diferenciador del Grid Computing es el modelo de negocio que puede surgir a partir de este, donde el uso de los recursos y la infraestructura es maximizado al igual que el almacenamiento, estos servicios pueden ser usados como los servicios públicos los cuales son monitorizados y contabilizados de forma central, de esta manera permite a los usuarios no pagar por toda una infraestructura física, sino, por el contrario permite a las organizaciones generar un pago demanda generada.

Esto hace que el Grid Computing este basado en organizaciones virtuales, estas organizaciones virtuales pueden estar organizadas por proyectos o grupos relacionados, es decir, clúster, no es necesario que estas organizaciones se encuentren en el mismo lugar, por el contrario la gran ventaja del Grid Computing es que permite conectar a todas

las entidades que hacen parte de ella y que estén de forma distribuida a lo largo de territorios y su gran objetivo es compartir los recursos informáticos de todos los que hacen parte de esta asociación direccionados a partir de unos estándares (Foster et al., 2014).

Uno de los estándares más usados en cuanto a Grid Computing es el de Globus Tool Kit, este estándar ha sobresalido por atacar problemas que han venido siendo evidentes en el Grid Computing, entre estos problemas se encuentran: la seguridad, la programación de tareas y la administración de los recursos, por medio del fortalecimiento de estos se ha venido construyendo un entorno uniforme para las organizaciones que han participado en Grids con protocolos de red estándar y gestionando el acceso de recursos por medio de Midlewares (Foster et al., 2014).

Además de esto, Foster (2002) generó una lista de chequeo en la cual nombraba tres características que estos debían cumplir. A continuación, se relacionan los factores:

1. Coordinar recursos que no están sujetos a un control centralizado
2. Utiliza protocolos e interfaces estándar, abiertos y de propósito general
3. Ofrece cualidades de servicio no triviales

Foster (2002) menciona que los modelos que hasta el momento han sido utilizados en los Grids han sido gubernamentales con un foco en la academia y han tenido una orientación a proyectos, su característica principal ha sido que usuarios y comunidades comparten recursos como memoria de computadores o porcentajes de CPU, la motivación más grande para ser parte de un Grid por parte de las instituciones es saber que a pesar de compartir estos recursos en algún momento cuando ellos lo requieran dispondrán también de estos.

A mediados de la década de los noventa, las organizaciones si requerían altos niveles de cómputo tenían que recurrir a super computadoras con recursos dedicados a ciertas tareas, sin embargo, para obtener acceso a esto las organizaciones debían realizar unas inversiones muy altas lo cual dificultaba el acceso a este tipo de tecnologías, el punto de partida fue el uso federado de recursos como: almacenamiento, recursos de redes, de instituciones distribuidas geográficamente, teniendo un comportamiento heterogéneo y dinámico, se tuvo un enfoque en integrar recursos ya existentes de hardware, software,

sistemas operativos, seguridad y administración de recursos y de esta forma empezar a componer su arquitectura (Foster et al., 2014).

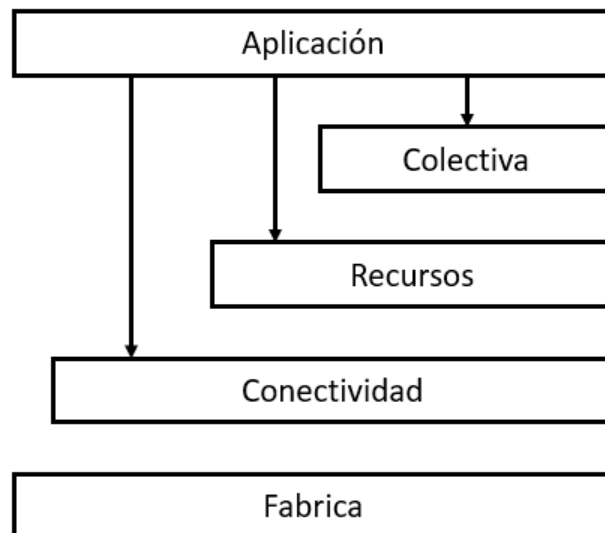


Ilustración 3: Protocolo de arquitectura de un Grid

Tomado de (Foster et al., 2014).

En cuanto a arquitectura el Grid se compone de 4 capas como se puede evidenciar en la ilustración 3.

La capa de conectividad se encarga de la comunicación, protocolos de autenticación y la seguridad de las transacciones; la capa de recursos tiene en cuenta los protocolos de publicación, negociación de recursos, monitoreo, contable y el pago de los recursos compartidos de las operaciones compartidas teniendo en cuenta recursos individuales, esta capa también se encarga de seleccionar de forma asertiva los recursos para asegurar rápidos accesos a la información y a la transferencia de la misma; la tercer capa es la colectiva, esta capa captura las interacciones de los recursos, permite monitorear los recursos por organización virtual, además que desde esta capa se tiene la programación de tareas y la cuarta capa es la de aplicaciones sobre la cual van todos los software de los usuarios que fueron creados siguiendo los protocolos y que dan uso a las capas anteriores (Foster et al., 2014) .

2.3 CLOUD COMPUTING

Una de las definiciones que más se tienen en cuenta al momento de definir el Cloud computing es la realizada por Mell & Grance (2011) ellos lo definen como: “un modelo para permitir el acceso a redes ubicuas, convenientes y bajo demanda a un grupo compartido de recursos informáticos configurables (por ejemplo, redes, servidores, almacenamiento, aplicaciones y servicios) que se pueden aprovisionar y liberar rápidamente con un mínimo esfuerzo de gestión o interacción del proveedor de servicios.

Xu (2012) agrega que el principal objetivo del Cloud Computing es proporcionar a las organizaciones servicios de tecnología bajo la demanda generada por estas, teniendo en cuenta la escalabilidad que debe ser simple, sencilla y transparente, una alta confiabilidad que asegura estabilidad en el negocio en entornos distribuidos.

Desde la investigación el Cloud Computing ha sido considerado como un campo multidisciplinario y ha sido el resultado de la evolución y convergencia de múltiples tendencias tecnológicas; dentro de estas tendencias que han dado origen al Cloud se puede encontrar: el internet, los modelos de pago por uso, elasticidad, virtualización, computación distribuida, almacenamiento, tercerizar, Web 2.0 y el Grid Computing. Al Cloud computing puede considerarse como la evolución orientada a los negocios del Grid Computing (Xu, 2012).

De hecho según lo nombra Xu (2012), la infraestructura en la nube ha venido jugando un importante rol en las organizaciones, por medio de la transformación de la tecnología, contribuyendo a la disminución de los costos, implementaciones ágiles, flexibilidad y por último productividad.

Complementando la definición Armbrust et al. (2010), el Cloud Computing se refiere a la entrega de servicios sobre el internet de Hardware y el Software que se encuentran en los data centers de los proveedores de servicio.

Estos data centers que tienen el hardware y software es a lo que se le puede llamar Cloud, cuando a estos se les realiza un pago por uso y de manera general son públicos, es decir, varias organizaciones tienen acceso a esta infraestructura por medio del internet, se puede considerar como una nube pública, los servicios que son vendidos son llamados utility computing (Armbrust et al., 2010).

Armbrust et al. (2010) también define la nube privada como data centers externos a las organizaciones, pero los cuales no son públicos, esto significa, que solo tiene acceso al uso de dicha infraestructura o servicio la organización dueña del data center o que paga por el uso de este.

En otras palabras el Cloud Computing es la suma del utility computing y SaaS; pero es importante aclarar que en la definición de un Cloud se debe tener en cuenta el tamaño de los data centers, ya que uno de tamaño pequeño o mediano no es considerado como Cloud así su administración se realice de forma virtualizada (Armbrust et al., 2010).

Tabla 5: Características del Cloud Computing.

Autoría propia basado en Mell & Grance (2011)

Características esenciales	
Característica	Descripción
Servicio autónomo por demanda	El consumidor puede provisionarse unilateralmente de recursos de cómputo como almacenamiento, capacidad de procesamiento, sin requerir de una interacción humana

Amplio acceso a la red	Los accesos son por medio de internet, basado en estándares en los cuales se promueve el uso de plataformas heterogéneas
Recursos en común	Los recursos informáticos se agrupan y son usados por varios consumidores, por medio de diferentes recursos físicos y/o virtuales que son asignados y reasignados de forma dinámica de acuerdo con la demanda de recursos que van teniendo los consumidores en los cuales este no tiene conocimiento exacto de los recursos provistos, sin embargo, todo surge de una especificación en donde el cliente deja claro sus niveles de requerimiento de servicio.
Rápida elasticidad	Los recursos se pueden aprovisionar o liberar de forma elástica, teniendo una rápida escalabilidad basándose en la demanda que se va generando, esto da una percepción de capacidades ilimitadas para el cliente que según su operación irá manejando estas.
Servicio medido	El Cloud computing por lo general es controlado y optimizado de forma automática los recursos de cómputo de acuerdo con mediciones que se van generando sobre los servicios.

En la tabla 5 se puede evidenciar las características fundamentales que tiene el Cloud computing, es fundamental como se debe tener un amplio canal de internet para acceder a los servicios de infraestructura o de software contratados además que es común la importancia de la elasticidad, la escalabilidad y la medición de los servicios, esto para generar cierta dinámica en los clientes que al final se verá reflejado en los cobros y en la forma en que estos se realizan, generar una buena medición puede desencadenar en una correcta gestión de los costos de tecnología, también dependiendo del modelo de servicio seleccionado (Mell & Grance, 2011).

En cuanto a los modelos de servicio, los tres más comunes son SaaS, PaaS, IaaS, en la tabla 6 se resume la definición de estos tipos de modelos.

Tabla 6: Modelos de servicio.

Autoría propia basado en Mell & Grance (2011)

Modelos de servicio	
Tipo modelo de servicio	Descripción
Software as a service (SaaS)	Son aplicaciones de cliente que corren en una infraestructura en la nube, estas aplicaciones son accedidas de diferentes formas, como un navegador web, o una interfaz de usuario, el usuario normalmente no controla la infraestructura incluyendo redes, servidores, almacenamiento o sistemas operativos.
Platform as a service (PaaS)	En este tipo de infraestructura se le permite a los usuarios la implementación de aplicaciones en infraestructuras que son creadas para ellos, el usuario normalmente no controla la infraestructura incluyendo redes, servidores, almacenamiento o sistemas operativos, pero si tiene control sobre las aplicaciones implementadas, lo que le da la posibilidad de cambiar configuraciones en el ambiente de las aplicaciones.
Infrastructure as a service (IaaS)	En esta tipo de servicio se le da al cliente la opción de procesamiento, almacenamiento, redes, y otros factores fundamentales de recursos de cómputo, en los cuales el cliente puede implementar o

	<p>correr el Software o que el desee incluyendo sistemas operativos y aplicaciones, el cliente no tiene control sobre la infraestructura en la nube, sin embargo, tiene control sobre los sistemas operativos, almacenamiento, y las aplicaciones instaladas, además de tener la opción de administrar las configuraciones de red como lo son Firewalls, entre otros.</p>
--	---

Además, se tienen los tipos de modelos de la nube dependiendo de su implementación, de los factores de privacidad y por la forma como se gestione el acceso a los data centers en la tabla 7 se describen estos modelos de implementación.

Tabla 7: Modelos de implementación.

Autoría propia basado en Mell & Grance (2011)

Modelos de implementación	
Modelos	Descripción
Nube privada	Es provisionada para el uso de una sola organización, puede ser administrada por la organización o tercerizada o una combinación de ambas, también puede darse de forma on y off Premises
Nube comunitaria	Es implementada para una comunidad en específico u organizaciones que tienen intereses compartidos, estas pueden ser administradas y operadas por una o varias organizaciones de la comunidad o por terceras partes o una combinación de ambas, puede darse de forma on y off Premises

Nube pública	Es abierta para el uso del público en general, puede ser administrada por un negocio, la academia, el gobierno o una combinación de estos factores, y existe tipo On premises en la nube del proveedor del servicio.
Nube híbrida	La infraestructura está compuesta por dos o más tipos de nubes, que siguen siendo entidades únicas pero unidas por medio de estándares en tecnología para que existe portabilidad de las aplicaciones

2.4 Costo total de propiedad - TCO

Para las organizaciones cada vez toma más relevancia los sistemas de información y con ellos no se puede olvidar la infraestructura tecnológica, de esta forma los Data centers corporativos se han vuelto críticos, sin embargo, la construcción o el montaje de estos hacen que tengan unos costos bastante elevados y además de la transversalidad de estos costos entre las diferentes áreas de la organización hace que la administración sea compleja (Kooimey et al., 2008).

Kooimey et al. (2008) agrega como vale recalcar la importancia de tener en cuenta los costos cuando se administra la infraestructura tecnológica, ya que las inversiones son altas y predecir o presupuestar estos costos se hace vital para los análisis de negocio, adicionalmente, controlar y entender el comportamiento del TCO cobra relevancia para controlar el costo de las áreas de tecnología en las organizaciones, sin embargo, como dice Rasmussen (2011) no existen en este momento estándares reconocidos para medir el TCO de infraestructura física de Data center, solo algunos métodos simples donde se pueden evidenciar ciertos gastos de capital y de operación.

Para Rasmussen (2011) muchos directivos quedaban sorprendidos cuando se daban cuenta que el TCO que se debe considerar para los equipos que administran las infraestructuras tecnológicas algunas veces suelen ser más altos que la misma infraestructura, y es allí cuando se pierde la trazabilidad del verdadero costo de una infraestructura tecnológica ya que estos costos suelen ser recurrentes a lo largo del ciclo de vida de la infraestructura mientras esta se encuentra en uso en la organización.

En un estudio de VMware Inc. (2006) recalcan cómo muchos gestores de TI se enfocaban en los costos asociados al Hardware y al Software, a pesar que estos costos solamente representaban una parte de lo que realmente se debía tener en cuenta, pocas veces se tenía una visión holística de las inversiones de tecnología, en esta visión holística se pueden identificar dos tipos de costos, los costos suaves y los costos duros, en estos costos se encuentran por ejemplo los de soporte y mantenimiento sobre el Software, VMware Inc. (2006) complementa diciendo que “Las organizaciones que adoptan esta visión más amplia de sus compras de tecnología se benefician al comprender el escenario completo y al descubrir otras áreas donde se pueden hacer nuevas eficiencias o mejoras”.

Si bien es cierto que no hay estándares para realizar el cálculo de TCO existen métodos simples que totalizan las inversiones que se realizan tanto en infraestructura física como los gastos operativos para que la infraestructura física funcione de forma correcta, sin embargo, muchos no tienen en cuenta los costos asociados a la operación (Rasmussen, 2011).

El TCO se ha vuelto una herramienta de gran valor para las organizaciones al momento de valorar y entender los costos y sobre todo optimizar las inversiones de tecnología, el tener un panorama completo es importante el momento de cuantificar estos valores, en estudios realizados se demuestra cómo, aunque un servidor es de los objetos que más costo tiene y el más fácil de cuantificar este servidor puede contribuir cerca de un 15% del TCO (VMware Inc., 2006). Sin embargo, no hay que tener en cuenta solo el valor de

compra se debe tener en cuenta también los valores asociados a temas como instalación, configuración y la administración de este.

Aun cuando las inversiones en infraestructura tecnológica son altas, normalmente las organizaciones no maximizan el retorno de estas, investigadores han encontrado que las organizaciones usan el 30% de su capacidad instalada de cómputo, otros estudios son más dramáticos y denotan que su uso es de entre 10% y 30%, esto puede variar dependiendo del momento transaccional en que se encuentre la organización (Rasmussen, 2011), sin embargo, hay otros autores como Grot (2012) que creen que el garantizar que un servidor trabaje al máximo su procesador no es símbolo de eficiencia en el uso de los recursos ya que hay componentes como las memorias el almacenamiento y hasta la usabilidad de los espacios físicos esto debido a los precios altos que suelen pagarse en la infraestructura.

VMware Inc. (2006) habla de una metodología para el cálculo del TCO en la cual se deben tener en cuenta 4 grandes focos (Tabla 8): hardware y software, operaciones de tecnología, tiempo de indisponibilidad y administración, los costos duros son aquellos enfocados en costos directos y los costos suaves son enfocados en el trabajo y en labores administrativas que normalmente no están directamente relacionados y por lo cual es complejo de cuantificar.

Tabla 8: Categorías TCO.

Autoría propia basado en VMware Inc. (2006)

Categoría del costo	Descripción
Hardware y software	Costos del hardware necesario, software y otros servicios asociados, incluye las compras de hardware y software como los contratos por mantenimiento y soporte, servicios

	de capacitación, actualizaciones de software y otros servicios como antivirus y/o back ups de software.
Operaciones de tecnología	Costos asociados a la puesta en marcha, implementación y operación del data center, configuración del servidor, redes e infraestructura de almacenamiento, consumo de energía del data center y refrigeración, y tareas de administración.
Tiempo de indisponibilidad	Son los costos asociados con la indisponibilidad de los sistemas de información tanto planeados como no planeados, incluye los costos asociados a restaurar la operación, la productividad perdida por los empleados y las ganancias perdidas por la compañía
Administración	Costos asociados con la administración de los procesos tales como aprobación de compras, gestión para la aprobación de las compras, negociaciones con los vendedores y seguimiento para llevar a cabo dichas tareas.

Teniendo en cuenta los atributos del TCO y la relevancia que empezaron a tener para las diferentes organizaciones surgieron nuevas tendencias de la mano con la evolución de la tecnología, estas tendencias buscaron generar alternativas a las organizaciones para la infraestructura tecnológica, por ejemplo, el Cloud Computing, (Chauhan et al., 2013) habla de cómo los negocios pequeños pueden verse ayudados por este elemento, y lo explica como un modelo que puede ser configurado por demanda por medio de configuraciones de los recursos de cómputo (redes, servidores, almacenamiento, aplicaciones y/o servicios), esto genera una gran ventaja en cuanto a la rapidez como estos recursos pueden ser provisionados sin conllevar para la organización grandes retos en cuanto a la administración.

A los beneficios encontrados por parte de (Chauhan et al., 2013) en el Cloud Computing, se identifica además la infraestructura flexible, para (Duncan, 2016) hay circunstancias donde se hace difícil planear y medir la operación de una organización y es allí donde la

infraestructura flexible tiene valor para las organizaciones y complementa diciendo que en muchas organizaciones la infraestructura se ha vuelto un dolor de cabeza en la administración de las áreas de tecnología de información.

A pesar de ser visto como un dolor de cabeza muchas otras organizaciones han podido ver este como una ventaja competitiva y han entendido la importancia de la buena administración de una infraestructura tecnológica, además, de cómo puede volverse un frente organizacional que soporte su desarrollo, Duncan (2016) advierte como cada vez más ejecutivos de organizaciones han venido entendiendo este fenómeno y como por medio de una correcta administración del costo, esta infraestructura puede dar un impulso a las organizaciones, costos muchas veces asociados a sistemas de información innovadores, sin embargo, se encuentra la otra arista, organizaciones que no miden las inversiones en tecnologías de información y que sienten que estas inversiones no han generado los retornos esperados (Rasmussen, 2011).

Barney (1991) sostiene que una ventaja organizacional para que realmente sea ventaja debe ser inimitable, sin embargo, agrega que los sistemas de información per se son fácilmente imitables por la competencia, se pueden observar en diferentes sistemas de información que tengan un alto grado de innovación, sin embargo, al usar ingeniería en reversa estos pueden ser fácilmente copiados por otras organizaciones y es en ese momento cuando el tridente que debe conformar un sistema de información obtiene importancia, y las practicas que se realicen con dicho sistema de información serán difíciles de copiar, es allí donde cobra relevancia los sistemas de información, los procesos organizativos y las personas que lo manipulan.

Duncan (2016) explica la flexibilidad en infraestructura tecnológica como “Las características únicas de la plataforma de TI hacen que el costo y el valor de la innovación tecnológica sean diferentes para múltiples empresas. La infraestructura de una organización puede hacer factibles las innovaciones estratégicas en los procesos de negocios, mientras que las características de las infraestructuras de los competidores

también pueden causar su incapacidad para imitar las innovaciones lo suficientemente rápido como para mitigar la ventaja del primer jugador”.

Duncan (2016) agrega también que para muchos investigadores las características principales de una infraestructura flexible implican que debe tener la capacidad de que la firma u organización tenga acceso a toda su información por las personas indicadas desde cualquier lugar y en cualquier momento.

Vale la pena conocer un poco la definición de infraestructura, Weill (1992) la describe como “un conjunto de recursos de tecnología tangibles y compartidos que proporcionan una base para permitir aplicaciones comerciales presentes y futuras”, Weill (1992) agrega que los recursos tangibles principales son:

1. Plataforma tecnológica (por ejemplo, hardware y sistema operativo)
2. Redes y tecnologías de telecomunicaciones
3. Datos clave
4. Aplicaciones Core de procesamiento de datos

Teniendo en cuenta esta definición de infraestructura y la importancia que tiene esta para las organizaciones y como por medio de obtener flexibilidad en esta se pueden optimizar las inversiones disminuyendo el TCO e impactando de forma positiva el beneficio en las organizaciones se debe tener en cuenta un factor fundamental y es la planeación de los sistemas de información, esta planeación la define Duncan (2016) como competencias Core o las capacidades relativas de tecnología en las organizaciones, el cual tiene 3 factores comunes los cuales son:

- a) Alineación de los planes de sistemas de información con los objetivos organizacionales
- b) Planes de tecnologías de información o arquitectura
- c) Competencias del personal de tecnologías de información involucrado en la gestión de recursos de tecnología.

Duncan (2016) da relevancia también en como la alineación de los planes de tecnología con los planes de negocio son bastante importantes para obtener una flexibilidad en la infraestructura de tecnología, ya que de esta forma se puede conocer de forma correcta la demanda necesaria de recursos en los diferentes periodos de tiempo evitando tener recursos estáticos que pueden acarrear costos altos y de esta forma elevar el TCO en la organización, además de identificar de forma correcta los impactos que tendrá la tecnología en la organización, una infraestructura flexible permite a una organización responder de forma rápida y efectiva a los cambios del mercado y las nuevas necesidades identificadas (Duncan, 2016).

2.5 Comparativo costo total de propiedad (TCO)

El TCO es reconocido en la industria como un estándar financiero de análisis de costos de tecnología y otros tipos de costos, este origen se dio debido a los diferentes controles cada vez más estrictos en las organizaciones y de los gastos altos y cada vez superiores en tecnología (Mieritz & Kirwin, 2005).

Mieritz & Kirwin (2005) define el TCO como “El costo total de propiedad, es la visión holística de los costos a través de los límites de la empresa a lo largo del tiempo”, esta definición del concepto de TCO ha venido evolucionando con respecto ha pasado el tiempo, por ejemplo, ahora se tienen en cuenta costos que no necesariamente son de tecnología pero que tienen que ver con esta.

Entendiendo la definición de TCO se encuentra que esto se deriva de: Total, lo cual expresa que todos los gastos contabilizables se deben tener en cuenta sin excepción alguna y de esta forma llegar a un concepto integral de los costos (Mieritz & Kirwin, 2005).

Costo por su parte hace referencia a la asignación de dinero que se debe tener en cuenta en la adquisición de hardware y de software, costos de personal, servicios, el costo por la caída de los servicios a raíz de fallas en la tecnología, etc, y estos costos suelen abrirse en recurrentes o de una sola vez los cuales se denotan en la tabla 9 (Mieritz & Kirwin, 2005) (Customers, 2011).

Tabla 9: Tipos de costo TCO.

Autoría propia basado en (Mieritz & Kirwin, 2005)

Tipo costo	Características
Opex – Recurrente	Son costos en los cuales se deben generar fees mensuales o anuales dependiendo del contrato al que se hubiera llegado y son calificados como costos de operación (Opex)
Capex – Una vez	Son costos que suelen realizarse al inicio del proyecto o son visto como costos de inversión (Capex)

Y por último por propiedad hace referencia a los activos de TI y a las personas que utilizan estos (Mieritz & Kirwin, 2005).

La importancia de aplicar el TCO se encuentra en que los gastos de las organizaciones en TI vienen con fuertes incrementos, por medio de este modelo las organizaciones pueden comparar sus costos base con respecto a la industria o ellos mismos, crear escenarios en donde evalúen el impacto financiero de decisiones futuras y entender cómo serán los costos asociados a tecnología en el futuro, además de entender el impacto que tendrá un proyecto o implementación de tecnología en la organización (Mieritz & Kirwin, 2005).

Otros autores como Bliedy et al. (2018) recomiendan que para la generación de un modelo de TCO es importante definir e identificar las actividades o dominios en los cuales será usado, por ejemplo, computación distribuida, telecomunicaciones o data center, además se debe dar desarrollo a un listado de elementos que hagan referencia a la definición dada anteriormente sobre TCO; es por esto que se hace totalmente necesario identificar la orientación que tendrá la evaluación del TCO, en la tabla 10 se relacionan los elementos que se deben tener cuenta al momento del TCO dependiendo del tipo de infraestructura que se evaluará.

Tabla 10: Modelo de TCO.

Autoría propia basado en (Fisher, 2018), (Johnson et al., 2019), (Nazir & Sørensen, 2010), (Bliedy et al., 2018), (Juhasz, 2020), (Padhi, 2018)

Tipo Infraestructura	Tipo costo	Elementos
Infraestructura tradicional	Capex	Licenciamiento perpetuo
		Consultoría para la implementación
		Consultoría para Upgrades
		Hardware Datacenter
		Periféricos y redes
		Customización del software a los procesos de negocio
		Integración con otros sistemas organizacionales
		Capacitación a los miembros de TI
		Capacitación a los miembros del negocio
		Seguridad y acceso desde redes externas
		Licenciamiento software usado en datacenter
		Licenciamiento de bases de datos
		Soporte anual licenciamiento 18%
	Opex	Consumo de energía Datacenter
		Espacio ocupado por el datacenter
		Monitoreo y soporte al Datacenter
		Recuperación a desastres
		Monitoreo y soporte a la aplicación
		Depreciación
Costos por tener el sistema abajo		
Mantenimiento software usado en datacenter		
Mantenimiento software de bases de datos		

		Soporte a periféricos y redes
		Conexiones a internet
Cloud computing	Capex	Periféricos y redes
		Integración con otros sistemas organizacionales
		Capacitación a los miembros de TI
		Capacitación a los miembros del negocio
		Equipo funcional de los sistemas
		Suscripción servicio
	Opex	Costos por la carga y descarga de datos
		Equipo funcional de los sistemas
Soporte a periféricos y redes		
Conexiones a internet		
Grid Computing	Capex	Licenciamiento perpetuo
		Consultoría para la implementación
		Consultoría para Upgrades
		Hardware Datacenter
		Periféricos y redes
		Capacitación a los miembros de TI
		Capacitación a los miembros del negocio
		Seguridad y acceso desde redes externas
		Licenciamiento software usado en datacenter
	Opex	Consumo de energía Datacenter
		Espacio ocupado por el datacenter
		Monitoreo y soporte al Datacenter
		Recuperación a desastres
		Monitoreo y soporte a la aplicación
		Depreciación
		Costos por tener el sistema abajo
		Mantenimiento software usado en datacenter
		Mantenimiento software de bases de datos
		Soporte a periféricos y redes
		Conexiones a internet

3.Aspectos relevantes TCO

En el desarrollo de este capítulo se dará respuesta al segundo objetivo específico identificando los aspectos relevantes que se deben tener en cuenta para el cálculo del costo total de propiedad en cada uno de los tipos de infraestructura evaluadas. Metodológicamente por medio de la fase de apreciación y análisis se clasificarán aquellos aspectos relevantes de forma tal que se genere un modelo comparativo desde el cual se pueda evaluar el costo total de propiedad en las organizaciones.

Sobre este modelo comparativo estará soportado el instrumento que se usará para evaluar en las Pymes bogotanas de la industria textil, el instrumento será una entrevista semi estructurada. Para evaluar los resultados de la entrevista se desarrollará en la metodología la fase de evaluación.

3.1 TCO de la Infraestructura tradicional

Los costos de la infraestructura tradicional tienen en cuenta factores como servidores, la administración de estos, su parametrización, los softwares usados, que varían desde los sistemas operativos, hasta los sistemas de información y costos asociados a estos como el soporte de forma tal que los sistemas de información puedan ser actualizados a las últimas versiones de estos (Fisher, 2018).

La administración de las licencias en el modelo de infraestructura tradicional solicita esfuerzos adicionales, si bien puede ser visto como una inversión en las organizaciones tener la propiedad de dichas licencias demandan de la administración de estas lo cual se ve reflejado en mayores esfuerzos comparado con el Cloud, por ejemplo, en estos hay que tener en cuenta las actualizaciones, los parches, la administración de la infraestructura, entre otros (Fisher, 2018; Juhasz, 2020).

Investigaciones como la de Fisher (2018), Johnson et al. (2019), Chauhan et al. (2013) han demostrado que la evaluación de rentabilidad entre las infraestructuras tradicionales y el Cloud dependen del horizonte de tiempo al cual se realiza, es decir, en estas concuerdan que antes de los tres primeros años es más rentable el Cloud y después de este tiempo la curva tiene un cambio y hace que los costos de la infraestructura tradicional sea inferior.

3.1.1 Costos infraestructura tradicional

Fisher (2018) hace énfasis en datos financieros importantes, los costos asociados a la compra e instalación del software desde la opción de infraestructura tradicional puede ser capitalizado con algunas ventajas desde la perspectiva de los impuestos al ser capital de inversión, mientras que desde la opción del Cloud son contabilizados como costos de operación los cuales no tienen esta ventaja.

Organizaciones pequeñas como las Pymes que suelen tener un capital de trabajo limitado pueden verse atraídos por opciones como el Cloud, ya que las inversiones iniciales que suelen hacer son menores durante los primeros años (Fisher, 2018).

Para Fisher (2018) la decisión gira entorno a parte del horizonte de tiempo en la confianza y sobre todo en la experticia del área de tecnología de la organización, cuando el área de

tecnología en las organizaciones cuentan con las capacidades internas para la administración de la infraestructura la opción de la infraestructura tradicional tiene ventaja, sin embargo, cuando la organización no cuenta con un área de tecnología lo suficientemente madura y no se tiene el apoyo interno para la administración y actualizaciones del software, uniéndolo a que tal vez la organización requiera flexibilidad, la opción del Cloud puede hacer mayor sentido para la organización.

Lo anterior es debido a que esencialmente se están tercerizando roles de tecnología y en ese orden de ideas al interior de la organización esto sirve para distribuir y trabajar en otras prioridades organizacionales, los roles que se deben tener en cuenta al momento de tener una infraestructura en sitio son: administrador del almacenamiento, administrador de redes y un especialista en seguridad (Fisher, 2018; Padhi, 2018).

- Factores para TCO en infraestructura tradicional

(Johnson et al., 2019) agrega que para la evaluación del TCO se deben tener en cuenta tres factores: riesgos fundamentales, cualitativos y cuantitativos. Los riesgos fundamentales son aquellos que son generales y esenciales además que ayudan a evidenciar la importancia de otros factores, es decir, la sensibilidad de los datos, lo cual dará prioridad a saber cuáles se deben almacenar bajo que parámetros.

Los factores cualitativos son aspectos intangibles que no son traducibles fácilmente al ámbito financiero, entre estos factores están por ejemplo, la agilidad, contratos y negociaciones, escalabilidad y flexibilidad; y la seguridad en términos de mecanismos para monitorear los eventos de este tipo (Johnson et al., 2019).

Los factores cuantitativos incluyen los costos asociados, y en la implementación y mantenimiento de las soluciones, por ejemplo. Estos factores suelen estar agrupados en tres categorías como se describen en la tabla 11, gastos ocultos, costos de una sola vez y costos recurrentes (Johnson et al., 2019).

Tabla 11: Categorías costos asociados.

Autoría propia basado en Johnson et al. (2019)

Factores	Descripción
Gastos ocultos	Gastos que no se reconocen como: <ul style="list-style-type: none">- Instalaciones y adecuaciones en datacenter- Continuación del negocio, recuperación ante desastres
Costos de una sola vez	Son aquellos que se ejecutan durante la implementación de un servicio, por ejemplo: <ul style="list-style-type: none">- Integraciones- Migraciones- Costos de hardware y software- Personalizaciones
Costos recurrentes	Los costos recurrentes tienen como característica que continúan durante la entrada en operación del servicio como: <ul style="list-style-type: none">- Suscripciones- Soporte a las licencias- Costos de administración

3.2 TCO del Grid computing

El Grid computing como se definió anteriormente tiene como ventaja el uso de recursos de cómputo geográficamente distribuidos, el cual ha permitido solucionar diferentes

problemas de gran escala la gran mayoría de estos en los campos de la ciencia, la ingeniería y el comercio, gracias al avance que ha tenido esta tecnología en los últimos años ha generado motivación a las organizaciones para que estas adopten esta tipo de infraestructura y ser parte de otros Grid, obteniendo beneficios en cuanto a mejor rendimiento de los sistemas de información y una disminución en costos (Abramson, Buyya, Giddy, 2002).

3.2.1 Costos del Grid Computing

Para Abramson et al. (2002) los componentes de los costos del Grid varían según unos factores importantes que se deben tener en cuenta al momento de hacer una implementación, estos factores pasan por los requerimientos de la calidad del servicio, ya que normalmente los proveedores de los servicios tienen en cuenta para los costos la calidad y la disponibilidad del servicio, hay un factor importante que se debe tener en cuenta y es el programador el cual permite minimizar costos teniendo en cuenta restricciones presupuestarias, es por eso que es importante en lo posible conocer los momentos pico y valle de demanda de recursos de cómputo.

Este esquema va muy de la mano con un esquema de servicios similar a la computación en la nube, donde el cliente suele elegir la calidad del servicio que desea y en orden a esto irá el pago, para esto es muy conveniente como en la nube conocer de primera mano la estacionalidad tanto del negocio como de los sistemas transaccionales o los que vayan estar en el Grid para de esta forma empezar a ver réditos económicos (Feoktistov et al., 2019).

Es importante tener un foco económico para gestionar los recursos y la programación del calendario del Grid para proporcionar una calidad del servicio medible para el usuario final, es decir, el enfoque se encontrará en la intersección de la arquitectura del Grid, los principios económicos y las optimizaciones que se realicen en la programación de los

calendarios, esta intersección es fundamental para apalancar el uso del Grid (Abramson et al., 2002).

Estos cambios generados por el Grid y por el Cloud computing han venido permitiendo la creación de organizaciones virtuales que comparten sus recursos de cómputo para la resolución de problemas computacionales complejos tanto en el mundo de la ciencia, como la ingeniería y el comercio, es por esto que la administración de los recursos debe ser altamente dinámica como la programación en el calendario de estos y de esta forma adecuarse a las necesidades cambiantes de los usuarios en la colocar los recursos disponibles y en darle solución a los requerimientos de los usuarios (Abramson et al., 2002).

Dembla et al. (2018) agregan a lo anterior la importancia de una correcta administración del Grid, para que esta se dé de forma coordinada al momento del uso de los recursos y de respuesta a las necesidades del negocio.

Sin embargo, otros autores como Opitz et al. (2008) si bien le dan trascendencia a la coordinación de los recursos y a la planeación exaltan que la bondad principal del Grid es el ahorro en costos en infraestructura de tecnología por medio de la maximización del uso de esta. Además de la unión con otros entes para crear organizaciones virtuales y de esta forma compartir recursos, es totalmente necesario para que sea económico saber sacar el mayor provecho de los recursos tecnológicos, o sino el Grid no será rentable.

Opitz et al. (2008) evalúa diferentes factores que considera importantes al momento de estimar los costos de un Grid computing, estos factores son los siguientes

- Hardware
- Premisas del negocio

- Software
 - Personal
 - Comunicaciones
- Costos de Hardware

Estos costos hacen referencia a la adquisición de recursos, acá se deben distinguir entre dos categorías: los nuevos recursos y el reemplazar piezas y/o componentes defectuosos (Opitz et al., 2008); como se detallan en la tabla 12.

Tabla 12: Categorías costos de Hardware.

Autoría propia basado en Opitz et al. (2008)

Tipo costos de Hardware	Descripción
Nuevos recursos	En esta categoría se deben tener en cuenta computadores, servidores y en si dispositivos de Hardware necesarios para el Grid, también se debe tener en cuenta el tiempo de vida de estos recursos para la identificación de los gastos recurrentes anuales.
Reemplazo de piezas y/o componentes defectuosos	En esta categoría se tienen que evidenciar todos estos componentes que tienen una alta carga laboral, normalmente son recursos que se usan las 24 horas del día los 7 días de la semana, para estos es necesario realizar los cálculos de los tiempos promedio de falla parara estos componentes.

- Costos de recursos locales

Normalmente los recursos de los Grid suelen ser locales o estar en data center, allí es claro empezar a identificar los costos asociados a los data center, en este contexto se deben tener en cuenta servicios como la electricidad, y las UPS por sus siglas en inglés (uninterruptible power supply) dependiendo esto de los requerimientos y las necesidades del negocio dando pie a diferentes niveles de data center, estos niveles corresponden normalmente a la garantía en la disponibilidad del servicio (Opitz et al., 2008).

Típicamente la calidad del servicio de los data center en los niveles 3 y 4 son altos esto hace que los costos asociados a este también lo sean tomando como comparativo los niveles 1 y 2, es por eso que es definitivo la identificación de la calidad del servicio, teniendo en cuenta que el manejo de esa infraestructura será para la ejecución de trabajos habrá que entrar a evaluar las necesidades organizacionales, normalmente los recursos y disponibilidad ofrecida por los niveles 1 y 2 son suficiente (Opitz et al., 2008).

Uno de los aspectos a tener en cuenta en este punto son los costos de electricidad consumidos por el Hardware en el data center, aquí es importante entender la magnitud del data center y también identificar los procesos que estarán activos e inactivos y los momentos en que estos afectaran la infraestructura (Opitz et al., 2008).

- Costos de software

Los costos del software tienen que ver con los costos del Middleware y el software de aplicación; en cuanto a los Middleware estos suelen abrirse en dos grupos, el primero de ellos son basados en código abierto mientras que el segundo grupo es basado en software comercial, como ejemplo en código abierto se tiene Globus Toolkit el cual ha sido usado

en numerosos proyectos, mientras que un ejemplo relevante desde la perspectiva comercial es N1 Grid system de Sun (Opitz et al., 2008).

El software libre no tiene costo en cuanto a licenciamiento, sin embargo, es importante tener en cuenta los costos asociados al trabajo en cuanto implementación y mantenimiento, mientras que los costos asociados principales al software comercial, además del licenciamiento son los servicios de soporte y mantenimiento (Opitz et al., 2008).

- Costos de personal

Según Opitz et al. (2008) otro de los costos relevantes es el costo de personal, estos suelen variar dependiendo del país de la implementación del Grid, en esta categoría hay diferentes roles que se deben tener en cuenta, existen roles de mantenimiento el cual normalmente se encarga de la administración de usuarios y sus respectivas cuentas, actualizaciones del software que controla el Grid, reinicio y monitoreo de la aplicación y adicionar o quitar recursos del Grid; otro grupo importante son los desarrolladores de software.

- Costos de comunicación

Estos costos suelen abrirse en dos tipos, que se pueden evidenciar en la tabla 13.

Tabla 13: Costos de comunicación.

Autoría propia basado en (Opitz et al., 2008)

Tipo costo	Descripción
------------	-------------

LAN	Son los costos asociados a la red local, identificando las diferentes interconexiones necesarias y el costo de sus implementaciones y las compras necesarios en elementos de conectividad que estos pueden variar dependiendo de las compras que se realicen
Internet	Estos gastos en conectividad para internet normalmente son más altos que el anterior, se deben calcular los costos de las conexiones de usuarios conectados al Grid y proveedores.

3.3 TCO del Cloud Computing

Una fácil definición que puede tener el Cloud es el recibir los servicios fuera del firewall (Fisher, 2018), de las grandes ventajas que tiene el Cloud computing es su fácil escalabilidad hacia arriba o hacia abajo, algo que es más económico que en la infraestructura tradicional, esa habilidad de ser dinámica es la base del pago por uso lo cual permite reducir costos de personal energía y hasta impacto ambiental se tiene como la disminución de huellas de carbono (Talukder, Zimmerman, Prahalad, 2010).

Además de la escalabilidad vale agregar características fundamentales como la flexibilidad en las inversiones, la facilidad para las actualizaciones, hay unas reducciones importantes en el soporte interno por el personal de TI, entre otras como fácil escalabilidad, recuperabilidad y seguridad (Fisher, 2018). También cuenta con una velocidad en las implementaciones lo que hace que los tiempos bajen y por ende el costo de esta sea inferior, comparando con la infraestructura tradicional (Johnson et al., 2019).

Para Talukder et al. (2010) y Lynn et al. (2020) el Cloud se encuentra abierto en tres verticales: usuario, vendedor y proveedor del Cloud, como se muestra en la ilustración 11, los vendedores son normalmente organizaciones que se encuentran registradas ante entidades locales para su debida operación y pago de impuestos; además ofrece a los usuarios los servicios garantizando la calidad de la experiencia (QoE) y la calidad del

servicio (QoS), dependiendo de las negociaciones realizadas, de las necesidades del cliente y del acuerdo de nivel de servicio (SLA); y este proveedor puede ofrecer cualquiera de los tres servicios que anteriormente se han mencionado IaaS, PaaS y SaaS (Lynn et al., 2020).

Sin embargo, una de las grandes desventajas que tienen los servicios Cloud es que los usuarios normalmente no son propietarios de estas licencias, solamente se tiene el derecho a usar el servicio del software contratado (Fisher, 2018).

Entre otros roles que tiene el vendedor está el de proveer la seguridad necesaria al cliente basadas en confidencialidad, integridad, disponibilidad, autenticación, y autorización para el uso del servicio. Asimismo, debe conocer los requerimientos y las regulaciones del cliente y de su sector y de esta forma asegurar la disponibilidad y la estabilidad de las plataformas con su debido escalamiento según lo requiera el cliente. Es importante también por el modelo de servicio que el vendedor se encargue de medir el uso del Cloud para sus debidos cargos, basados en la QoE (Talukder et al., 2010).

Los servicios provistos por un vendedor pueden ir desde aplicaciones pasando por almacenamiento de datos y administración hasta arrendar procesamientos por una hora, los precios manejados van a variar dependiendo del servicio que el cliente contrate y a esto se le debe sumar los SLA y QoE exigidos por el cliente (Talukder et al., 2010).

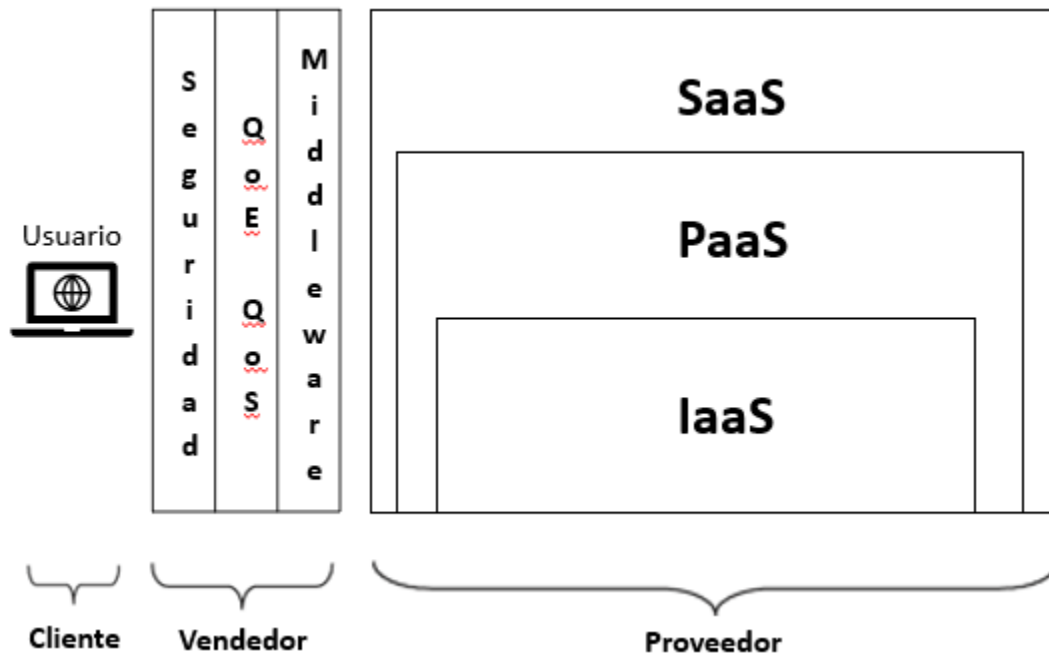


Ilustración 4: Modelo de referencia del Cloud.

Autoría propia basado en Talukder et al. (2010)

3.4 Costos del Cloud computing

Vale la pena tener en cuenta cuales son los costos en los que se incurrirá en una migración a una infraestructura Cloud, para Talukder et al. (2010) estos costos son de diferente índole y varían dependiendo de la etapa y la madurez que tenga la organización, es decir, si la organización realizara su primer migración al Cloud, debe tener en cuenta aspectos como: cumplimientos normativos que pueden variar entre países o estados, costos por pérdida o caída del servicio, las preocupaciones en cuanto a la seguridad de la información, limitaciones en cuanto a las plataformas disponibles como capacidad, variedad y las dificultades que trae consigo sus implementaciones (Code, Date & Dawson, 2013). Estas complejidades que pueden surgir en la migración entre dos infraestructuras Cloud, integraciones con los sistemas corporativos, las habilidades, disponibilidad y costos de desarrolladores que vayan a generar modificaciones a los sistemas en la nube, y por las

licencias que suelen incrementarse cuando se pasa de un licenciamiento On premise al Cloud (Fisher, 2018).

Es por esto se debe realizar una evaluación financiera que genere la mejor decisión para la organización, en investigaciones previas se ha encontrado que los beneficios del Cloud suelen variar dependiendo de los tamaños de la organización y algo muy importante, la madurez que tenga el área de TI de esta, es decir, que cuente previamente con un datacenter, el equipo, el software usado, conocimientos técnicos del equipo y de la madurez de los procesos organizacionales los factores anteriores tienen una relación directa con el costo que tendrá el Cloud para la organización, y serán determinantes para seleccionar la estrategia y a su vez para determinar los beneficios (Talukder et al., 2010).

Vale recalcar de lo anterior la importancia que juega el tamaño de la organización al momento de esta evaluación, en años anteriores las grandes empresas tenían una gran ventaja contra las pequeñas, ya que podían costear debido a su capital grandes recursos en tecnología, como software, hardware y personal, que se adecuaban a las estrategias y al mercado, sin embargo, desde la llegada del Cloud se ha podido evidenciar una democratización de la tecnología en las organizaciones y las barreras en cuanto acceso de sistemas de información uno de los mejores ejemplos son las empresas Start Up las cuales han tenido un crecimiento bastante alto con algunos limitantes en presupuesto, aunque también vale resaltar la importancia que ha tenido el software de licencia abierta y su impacto en las Pymes (Talukder et al., 2010).

Talukder et al. (2010) habla en su investigación sobre como el uso del Cloud empieza a variar para grandes organizaciones, esto debido a los altos volúmenes de información que estas suelen tener, al hacer evaluaciones en algunas organizaciones el uso del Cloud suele ser más alto que el de tener una infraestructura tradicional, es allí donde deben surgir las habilidades estratégicas de la organización y plantear alternativas, estas alternativas pueden ser mixtas por ejemplo, en donde algunos servicios se tengan en infraestructura

propia y otros en Cloud, de acuerdo a (Chauhan et al., 2013) las empresas pequeñas suelen verse beneficiadas por modelos como estos.

Para Talukder et al. (2010) y (Code et al., 2013) mientras que los anteriores eran los factores para tener en cuenta, también hay que recalcar los beneficios que tiene el Cloud como lo son, una infinidad de recursos disponibles bajo demanda, el no tener un compromiso inicial con su proveedor, sino que empezar a ir identificando la demanda de recursos necesarias para suplir la operación, el pago por el uso de recursos basados en las necesidades, capital de inversión (capex) contra capital de operación (opex) entre otros.

Por lo anterior cabe entrar a detallar las diferentes opciones que ofrece el Cloud Computing y desde esta perspectivas evaluar los pro y contras que tienen cada una de estas opciones, Talukder et al. (2010) y Lynn et al. (2020) habla en su investigación de los siguientes aspectos relevantes de acuerdo a la forma como se aborde el Cloud:

- Instancias IaaS por demanda

Por medio de esta opción los usuarios pueden acceder a pagar por capacidad de computo por horas sin compromisos que lleven a generar contratos a largo plazo, la gran ventaja que tiene este modelo es que libera a los clientes de la planeación, compra y administración, costos que son comunmente altos en la administración de la infraestructura, por medio de este modelo estos costos grandes son reemplazados por costos variables pequeños. Sin embargo, hay costos ocultos dentro de este modelo, por ejemplo, los vendedores ofrecen el almacenamiento en base de datos a precios realmente atractivos, pero también cobran a parte las transacciones de acceso a disco.

- Instancias IaaS reservadas

Las instancias IaaS reservadas tienen como opción el generar un pago único por cada instancia que el cliente va a reservar, al ser reservada el vendedor suele darle un descuento significativo por el uso a esa instancia la cual queda reservada para el uso del cliente, estas no son adecuadas para clientes que las usarán a corto plazo, este pago se calcula teniendo en cuenta un porcentaje del costo del Hardware que se tiene en las instalaciones.

- Cargos PaaS

Los cargos por PaaS están relacionados al alquiler de las plataformas de los proveedores, estos tienen como base la cantidad de servidores, infraestructura o instancias PaaS que el cliente usará, si la plataforma no se encuentra lista, este acondicionamiento podría generar costos adicionales, en este modelo existen varios tipos de cobro, los más comunes suelen ser por usuario o por recurso.

- Cargos interproveedor

Estos cargos son realizados en gestión interna por los proveedores y es transparente para los clientes; suele darse cuando el proveedor recauda los fondos y estos fondos deben ser compartidos entre los socios y las partes que forman la cadena de valor del servicio prestado, estos tipos de cargos son negociados previamente entre los proveedores, y se tienen en cuenta dos consideraciones, la primera, es de facturar y conservar, bajo este escenario el proveedor que realiza el recaudo no comparte este con ningún otro proveedor, la segunda es, el uso del servicio se mide, califica y factura en el punto de interconexión, y esto se medirá por factores como atributos espaciales, temporales y de instancia.

Tabla 14: Tipo de costos infraestructura cloud.

Tomado de Talukder et al. (2010) y Lynn et al. (2020)

Tipo de servicio	Características
IaaS	Infraestructura as a service – recursos de cómputo como procesamiento, almacenamiento entre otros en los cuales los clientes corren sus sistemas de información sobre la nube
SaaS	Software as a service – aplicaciones o sistemas de información que corren en la nube
PaaS	Platform as a service – infraestructuras creadas especialmente para los clientes para correr sistemas de información

3.5 TCO en Pymes del sector textil

Para identificar el comportamiento del TCO en el sector textil se realizó una entrevista. La entrevista fue aplicada en 6 empresas medianas del sector textil en su totalidad (Anexo 2), todas de ellas tienen sistemas de información (Anexo 3), en donde el factor común eran los ERP, es decir, todas las organizaciones tenían ERP con módulos orientados a los procesos que soportan la operación, otro sistema común que tienen las organizaciones son sistemas de inteligencia de negocios dándole trascendencia al análisis de datos para la toma de decisiones y el crecimiento de las organizaciones, la mitad de las organizaciones estudiadas tienen sistemas para controlar la productividad y planear la producción en la planta (Anexo 4).

Encontrando un factor común en los sistemas de información tenidos en cuenta por este tipo de organizaciones cabe resaltar cómo empiezan a generar información a partir de los sistemas con los que controlan la productividad en las plantas para de esta forma lograr incrementar la productividad. El entrevistado de la empresa A recalca la importancia de la información para su organización con la siguiente frase “la información se ha vuelto en uno de nuestros activos más valiosos por esto damos importancia a nuestro sistema de inteligencia de negocios”.

Por otro lado, en cuanto al tipo de infraestructura usada por las organizaciones se encuentra que la más utilizada es la On premise, en las organizaciones entrevistadas algunas tienen un esquema de infraestructura mixta, mientras que otras solo Cloud (Anexo 5), los motivos más relevantes que llevan a las organizaciones a inclinarse por este tipo de infraestructura son los presupuestos disponibles, “Con un presupuesto limitado la mejor opción para nosotros es el Cloud con un ERP básico que cubra nuestros procesos más importantes”, decía un entrevistado sobre las decisiones tomadas.

Un motivo importante al momento tener en cuenta las decisiones de inversión es la proyección de crecimiento y de inversión, el 83% de las organizaciones entrevistadas realizan su planeación de sistemas de información a mediano y largo plazo, por ejemplo, entrevistados como el D aseguraban: “nuestra decisión de inversión fue por infraestructura On premise, porque nuestro horizonte de inversión fue de 5 años y esto hace que para la organización sea más rentable”.

Otro de los motivos que llevan a este tipo de infraestructura es la necesidad de generar personalizaciones en los sistemas de información, opción que según los entrevistados en muchas ocasiones no es permitido desde algunos fabricantes que venden SaaS en su mayoría ERP (Anexo 6), como es el caso del entrevistado F quien comentó que por la complejidad de su organización la capa de personalización era lo suficientemente grande como para hacerlo en una infraestructura contratada tipo SaaS.

Otros de los factores que impulsan la decisión sobre qué tipo de infraestructura usar es la escalabilidad y la madurez del área de TI, según los entrevistados para el proceso de transición y de soporte sobre los sistemas de información o sobre la infraestructura sobre la cual el sistema de información estará funcional (Anexo 10).

En la serie de entrevistas también se notó que las organizaciones si bien realizan un control de los gastos asociados a los sistemas de información, no se tiene como concepto el

control por modelos de TCO. Estos gastos son controlados con dos periodicidades según los resultados de las entrevistas de forma anual para la presupuestación de los gastos y se hace un control mensual sobre la ejecución de los costos (Anexo 8).

Dentro de los factores que más se tienen en cuenta en las organizaciones para el control de los gastos son los licenciamientos, esto se encuentra directamente relacionado con que el tipo de infraestructura que más usen las organizaciones, un factor que fue general en las entrevistas es el control sobre los costos de las comunicaciones, es evidente cómo se vuelve una necesidad el estar intercomunicados independiente del tipo de infraestructura que se tenga, se hace necesario una conectividad de alta calidad para que los empleados puedan ejercer sus funciones sin ningún contratiempo (Anexo 9), unido a esto está el momento en el que estamos actualmente y es el trabajo desde casa donde las organizaciones tuvieron que realizar esfuerzo de seguridad y conectividad para que sus empleados pudieran cumplir sus funciones desde casa.

Los presupuestos también son unos factores relevantes, el 83% de las organizaciones entrevistadas hace un seguimiento de estos normalmente abiertos por inversión y operaciones de forma anual, mientras que el 67% lo hacen de forma mensual y anual, esto para dar seguimiento a los presupuestos de operación e inversión en donde evalúan los siguientes factores expuestos en la tabla 15

Tabla 15: Costos infraestructura tradicional.

Autoría propia

Tipo presupuesto	Atributo
OPEX	Soporte y mantenimiento de licenciamiento
	Telecomunicaciones
	Soporte y mantenimiento a la infraestructura
	Soporte y mantenimiento a los sistemas de información
	Soporte y mantenimiento a periféricos
CAPEX	Licenciamiento

	Consultoría para la implementación
	Hardware
	Customización del software
	Integración con otros sistemas de información

Por otra parte, se identificó en las organizaciones las cuales usan infraestructura tipo Cloud que tenían en cuenta los siguientes atributos (tabla 16) para la administración de los costos de sus sistemas de información.

Tabla 16: Costos de infraestructura Cloud.

Autoría propia

Tipo presupuesto	Atributo
OPEX	Telecomunicaciones
	SaaS
	Soporte a las telecomunicaciones
	Soporte funcional a los sistemas de información
CAPEX	Periféricos y redes
	Integración con otros sistemas organizacionales
	Capacitación funcional al equipo de TI
	Capacitación funcional a los diferentes equipos del negocio

Realizando el comparativo entre las tablas 15 y 16 da pie a encontrar los diferenciales entre los atributos de TCO de las infraestructuras de Cloud y tradicional, la mayor diferencia entre estas dos se encuentra en el presupuesto de inversión, esto debido a que en la infraestructura Cloud inversiones como lo son en licenciamiento, customización del software y hardware no se tienen contemplados ya que estos pasan a ser gastos operativos, esto se puede ver reflejado en atributos que tiene el Cloud en costos operativos como son los pagos recurrentes SaaS.

En cuanto a la última parte de la entrevista que se tenía el foco por preguntar sobre el Grid computing y la viabilidad de esta tecnología en este tipo de organizaciones. Para las organizaciones entrevistadas hubo un factor común y era el desconocimiento sobre lo que es el Grid Computing con sus características (Anexo 12), sin embargo, se encontraban bastantes interesados escuchando un poco el contexto del Grid computing con sus respectivas ventajas.

Pocas organizaciones conocían lo que significaba el Grid computing y sus ventajas y estas lo veían como un gran potencial en sus organizaciones de forma tal que se pueda optimizar los presupuestos gastados en sistemas de información (Anexo 14), un factor que salió a la luz cuando se preguntó a las organizaciones la viabilidad de usar este tipo de tecnología es el manejo de la seguridad de la información debido a que una de las características del Grid es el compartir su infraestructura y que esta sea colaborativa, sin embargo, a pesar de este punto la mayoría de las organizaciones ven viable el Grid Computing como infraestructura que permita darles competitividad.

4. Conclusiones y recomendaciones

4.1 Conclusiones

Se tuvieron como base de las conclusiones del trabajo de grado los postulados hipotéticos que se habían identificado con anterioridad para lo cual se encontraron que estas eran soportadas por las entrevistas que se realizaron (Tabla 17)

Tabla 17: Evaluación postulados hipotéticos.

Autoría propia

Postulados hipotéticos	Soportada
PH1 - Un diferencial importante que tiene el Cloud es que el presupuesto de inversión es bajo a comparación con el presupuesto de inversión de la infraestructura tradicional	Si
PH2 – El costo total de propiedad es un racional en las organizaciones al momento de decidir por el tipo de infraestructura que soportará los sistemas de información	Si
PH3 - El atributo de licenciamiento tiene un peso importante al momento de las organizaciones tomar la decisión por el tipo de infraestructura	Si
PH4 - El tipo de presupuesto obtenido desde las diferentes infraestructuras es un diferencial relevante al momento de las organizaciones tomar la decisión sobre el tipo de infraestructura que usarán	Si

Durante el desarrollo de las entrevistas se encontraron puntos relevantes que contrastándolo con los hallazgos en la literatura da pie a validar cuales son los factores más importantes en las Pymes Bogotanas del sector textil como factores importantes que son obviados al momento de realizar las inversiones.

Uno de los factores claves que se identificaron durante las entrevistas e identificado durante la revisión de la literatura como lo dicen (Fisher, 2018) y (Talukder et al., 2010) es

la importancia de la madurez de las áreas de tecnologías de la información en las organizaciones al momento de decidir por el tipo de infraestructura, vale la pena tener en cuenta como organizaciones con un nivel de madurez bajo se inclinaban por infraestructura Cloud, ya que no poseían las capacidades internas para la administración de los sistemas de información, además de tener en cuenta factores que juegan para ellos en contra de la infraestructura On premise como los costos de licenciamiento, las dificultades para la adecuación y cuantificación de los data center, sin embargo, es importante recalcar como otra organización con un nivel de madurez alto también seleccionaba el Cloud como plataforma de cara a enfocar sus esfuerzos en generar valor al negocio y no en administración técnica de la infraestructura como lo identificaban en sus investigaciones (Fisher, 2018) y (Padhi, 2018).

Esta madurez anteriormente nombrada juega un papel fundamental al momento de la toma de decisiones, y se pudo identificar en el factor de la planeación de los presupuestos a largo plazo, teniendo en cuenta no solo los costos de la inversión inicial sino los valores recurrentes que se derivan del proyecto, las organizaciones con áreas de tecnologías con un nivel de madurez alto tenían pensado los proyectos de tecnología en un horizonte de tiempo de entre 3 a 5 años, y con estos horizontes de tiempo la mayoría de las organizaciones optaban por la infraestructura on premise, validando investigaciones posteriores de autores como (Fisher, 2018), (Johnson et al., 2019), (Talukder et al., 2010), en las cuales hablan que en horizontes de tiempo muy prologados es más rentable este tipo de infraestructura.

Para la infraestructura tipo Grid hay una generalidad en las entrevistas realizadas y es su desconocimiento, sin duda, este tipo de infraestructura colaborativa puede ser una opción viable para las organizaciones pero dependerá de una sincronización y un trabajo en conjunto por parte de ellas de cara a generar clúster, en los cuales por sus características puedan llegar a compartir infraestructura tecnológica, teniendo un foco en la seguridad de la información, activo que cada es máspreciado por las organizaciones.

Dentro de las respuestas encontradas al instrumento fue evidente que los razonales que tiene en cuenta una organización al momento de elegir un tipo de infraestructura pasan por la planeación financiera de los proyectos de sistemas de información, esto debido a que organizaciones que realizan planes a largo plazo (entre 3 y 5 años) encuentran un valor agregado en las tecnologías On premise, mientras que las organizaciones que realizan planeación a corto plazo y/o tienen un presupuesto de inversión reducido para el aprovisionamiento de infraestructura y licenciamiento de sistemas de información se inclinan sobre infraestructura tipo Cloud.

Otro factor encontrado es que las organizaciones si bien no tienen un control de TCO per se hacen un monitoreo de los elementos que influyen en este, las organizaciones normalmente evalúan en cuanto infraestructura tradicional, los licenciamientos y los soportes al licenciamiento, la depreciación, conectividad a internet, soporte y mantenimiento al software; y las integraciones con otros sistemas de información, vale la pena aclarar como con respecto a la tabla 10 la cual tiene los componentes que se deberían evaluar para el correcto cálculo del TCO, no se tienen en cuenta atributos como: energía gastada en el data center, formación al equipo de TI, costos por tener el sistema de información abajo y la depreciación.

En cuanto a los factores que se tienen en cuenta para el TCO en el Cloud Computing, las organizaciones tienen foco sobre las suscripciones al servicio, debido a que esto puede ser un valor diferencial al momento de tomar la decisión, este servicio puede variar entre opciones como los son SaaS, IaaS y PaaS y sus costos suelen ser diferenciados, y que son SaaS el cliente pagará el servicio integral, mientras que por IaaS y PaaS solo pagarán la infraestructura, es decir, estos deberán colocar el licenciamiento de los sistemas de información que sean usados.

La conectividad a internet es otro factor tenido en cuenta ya que se hace vital para las organizaciones la conectividad de alta calidad y disponibilidad para asegurar el buen funcionamiento de los sistemas de información porque estos estarían en redes diferentes

a las organizacionales y muy unido a este punto se hace vital contar con equipos de calidad de periféricos y redes desde la perspectiva de mantener la seguridad de la información.

Lo anterior varía con organizaciones que tienen infraestructura tradicional ya que para esta los factores que mas se tienen en cuenta son los licenciamientos al momento de realizar la inversión, el mantenimiento recurrente que se debe pagar sobre estas licencias, la infraestructura que soportará los sistemas de información esto hace que las organizaciones deban tener un presupuesto de inversión elevado para sortear este tipo de factores, mientras que en la infraestructura Cloud se activa presupuesto operativo o recurrente que viéndolo financieramente genera espacios de pago cómodos en el tiempo una gran ventaja para los flujos de caja corporativos.

En línea a lo anterior un factor común que se encontró durante el análisis de las entrevistas es la importancia que tiene el presupuesto de inversión como lo dice (Fisher, 2018) en sus investigaciones, este elemento es clave al momento de tomar la decisión. En las organizaciones que se identificó un presupuesto de inversión más bajo para los sistemas de información se encontró que tenían una inclinación por la infraestructura en nube y siendo más profundos por modelos de SaaS, explicado básicamente porque como lo nombran (Talukder et al., 2010) en sus investigaciones el presupuesto de inversión en un proyecto con infraestructura Cloud es más bajo que los esfuerzos económicos que se deben realizar desde la perspectiva de una infraestructura On premise y puede explicarse en las inversiones que se deben hacer de aprovisionamiento de la infraestructura y el licenciamiento que se debe realizar.

En cuanto los tipos de sistemas de información usados por las organizaciones y su tipo de infraestructura cabe recalcar que es común en todas estas el uso de los ERP en donde varía su tipo de infraestructura, es común también los sistemas de información de control de piso que soportan el tipo de operación de las empresas de manufactura textil, acompañados de sistemas de información de tipo BI para el análisis y gestión de los datos

generados por este tipo de sistemas de información buscando los procesos de mejora continua.

Anexos

Anexo 1: Entrevista.

Autoría propia

Pregunta	Cita
1. ¿Cuál es el número de empleados que tiene la organización? ¿Está catalogada como pequeña o mediana empresa?	
2. ¿La organización en la cual está trabajando tiene sistemas de información para soportar la operación?	
3. ¿Qué tipo de sistemas de información tienen en la organización?	
4. ¿Qué tipo de infraestructura tecnológica tienen los sistemas de información de la organización Cloud, On Premise?	
5. ¿Por qué se decidió por este tipo de infraestructura?	
6. ¿Calculan el costo total de propiedad en su organización asociado a los sistemas de información? - ¿Con que periodicidad se evalúan estos costos?	(Mieritz & Kirwin, 2005), (Customers, 2011), (Bliedy et al. 2018)
7. ¿Qué factores tienen en cuenta para el cálculo del costo total de propiedad? - ¿Cómo se administran los costos asociados a los sistemas de información? Ej. Licenciamiento	(Fisher, 2018), (Johnson et al., 2019), (Nazir & Sørensen, 2010), (Bliedy et al., 2018), (Juhasz, 2020), (Padhi, 2018)

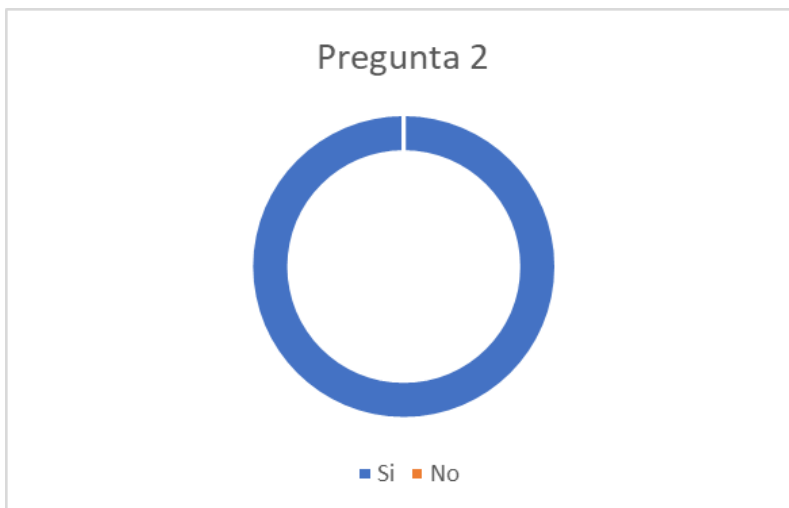
Costos de implementación Hardware Formación Soporte Conectividad	
8. ¿Al momento de decidir por el tipo de infraestructura tuvo en cuenta factores como la escalabilidad, capacidades del área de TI, presupuesto de inversión y presupuesto de operación, flexibilidad de la infraestructura?	(Fisher, 2018), (Johnson et al., 2019), (Nazir & Sørensen, 2010), (Bliedy et al., 2018), (Juhasz, 2020), (Padhi, 2018)
9. ¿Cuándo tomaron la decisión de la inversión de la infraestructura pensaron en un horizonte de tiempo? ¿Qué horizonte de tiempo tuvieron en cuenta para este tipo de infraestructura?	(Code et al., 2013)
10. ¿Qué conoce del Grid computing?	(Foster, 2002), (Patel et al., 2011), (Foster et al., 2014)
11. ¿Cree que las características del Grid computing podrían acoplarse a su organización?	(Foster, 2002), (Patel et al., 2011), (Foster et al., 2014)
12. ¿Estaría dispuesto a generar soluciones compartidas de infraestructura con otras organizaciones de su mismo tipo, generación de clústeres tecnológicos?	(Foster, 2002), (Patel et al., 2011), (Foster et al., 2014)

Anexo 2: Pregunta 1.

Autoría propia

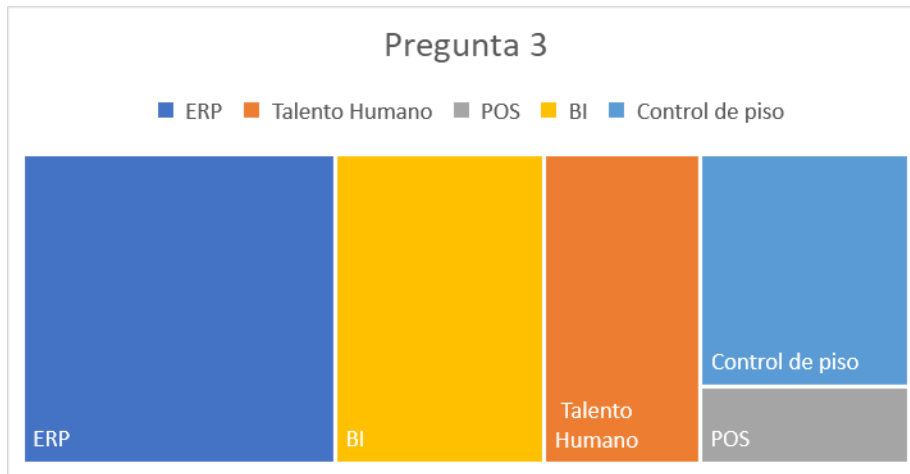
**Anexo 3: Pregunta 2.**

Autoría propia

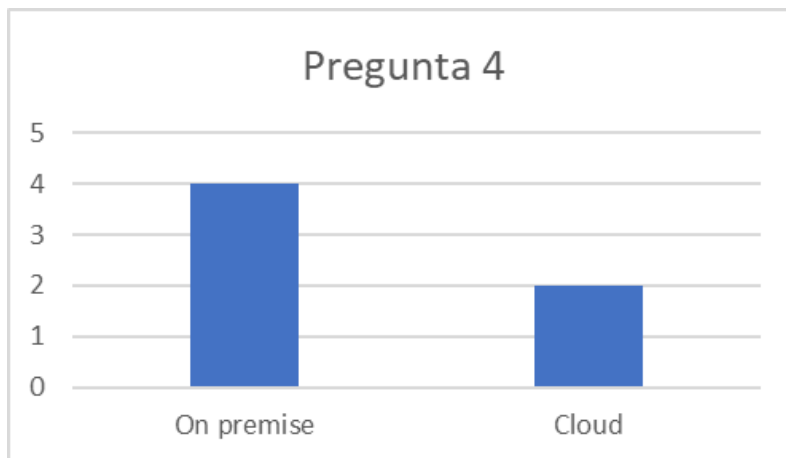


Anexo 4: Pregunta 3.

Autoría propia

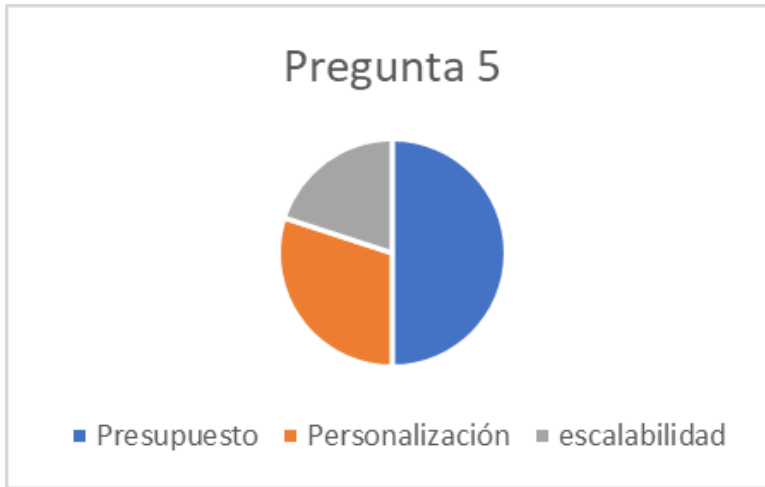
**Anexo 5: Pregunta 4,**

Autoría propia

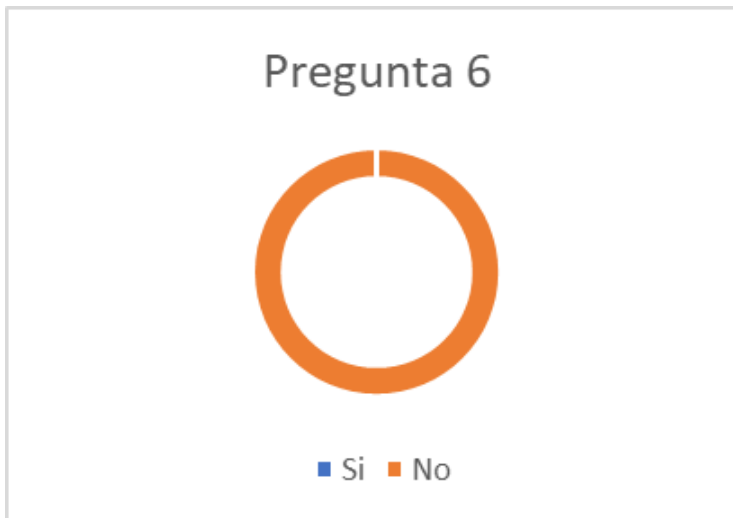


Anexo 6: Pregunta 5.

Autoría propia

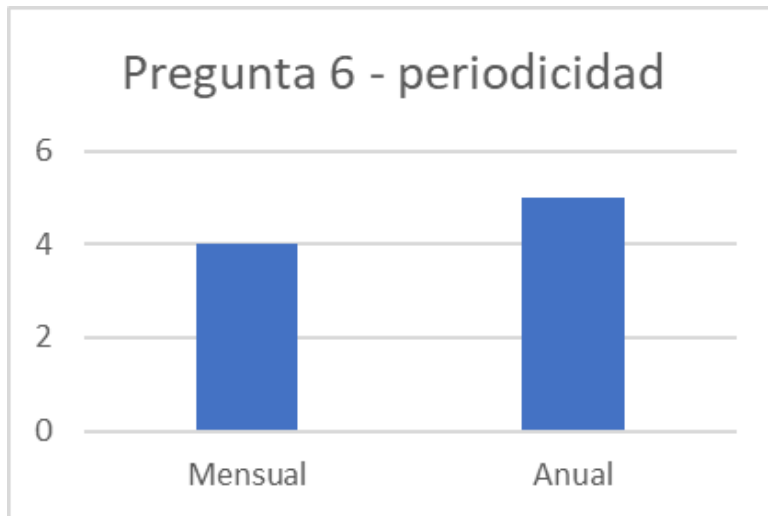
**Anexo 7:** Pregunta 6.

Autoría propia

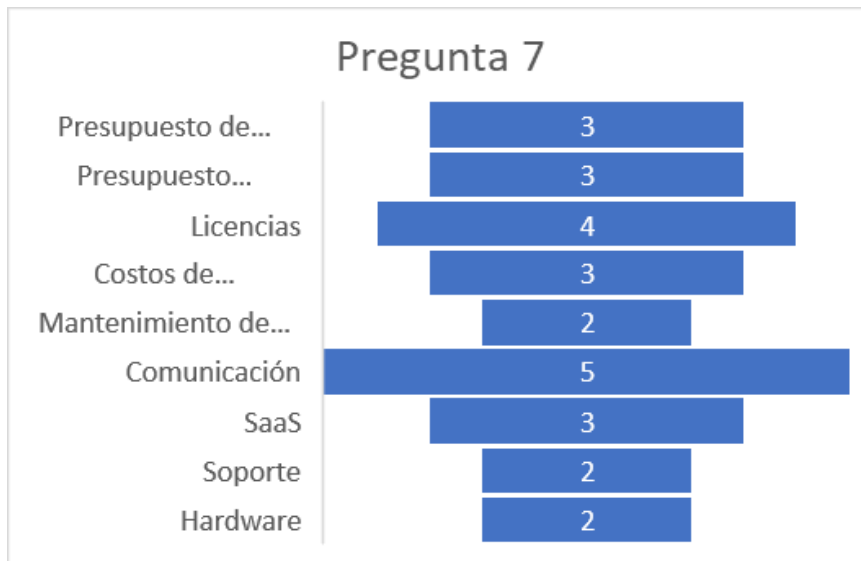


Anexo 8: Pregunta 6.

Autoría propia

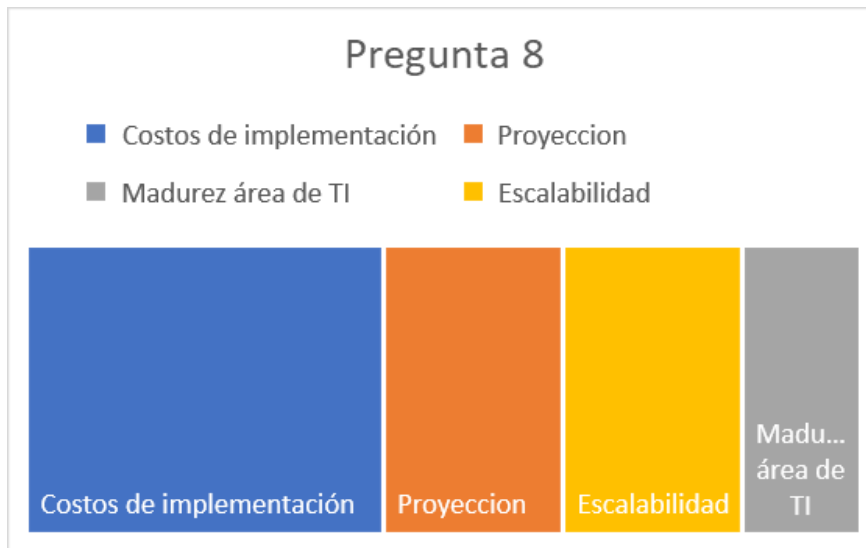
**Anexo 9: Pregunta 7.**

Autoría propia

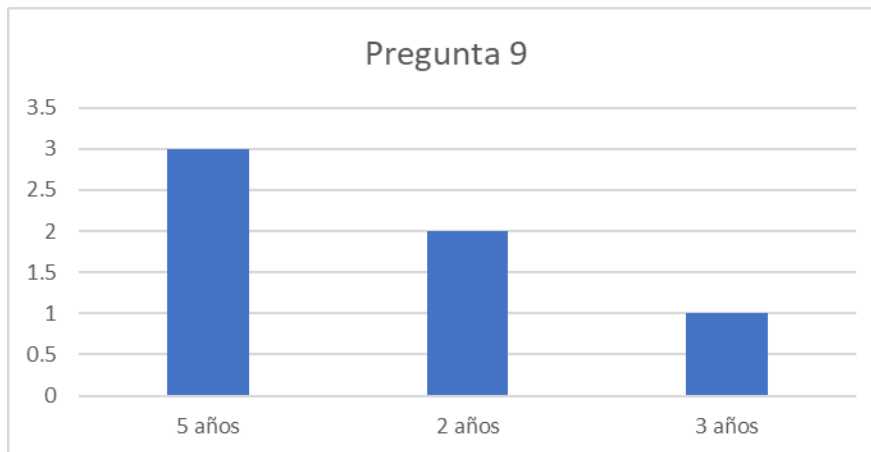


Anexo 10: Pregunta 8.

Autoría propia

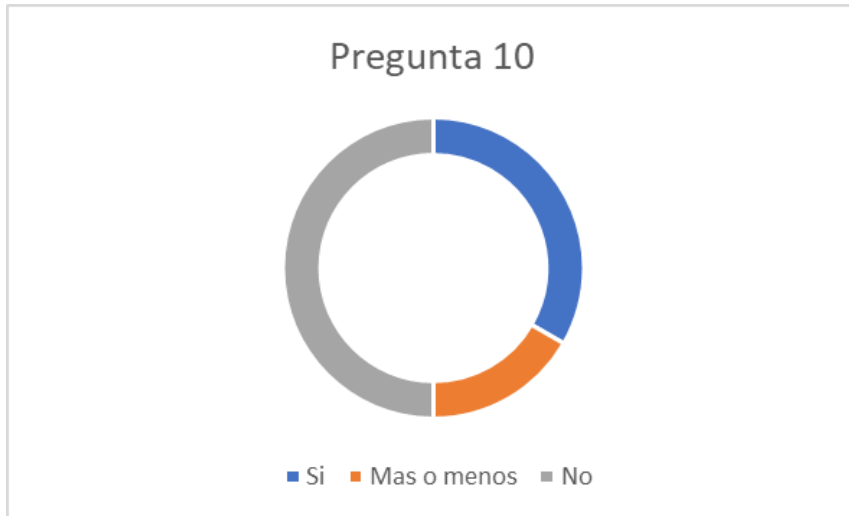
**Anexo 11: Pregunta 9.**

Autoría propia

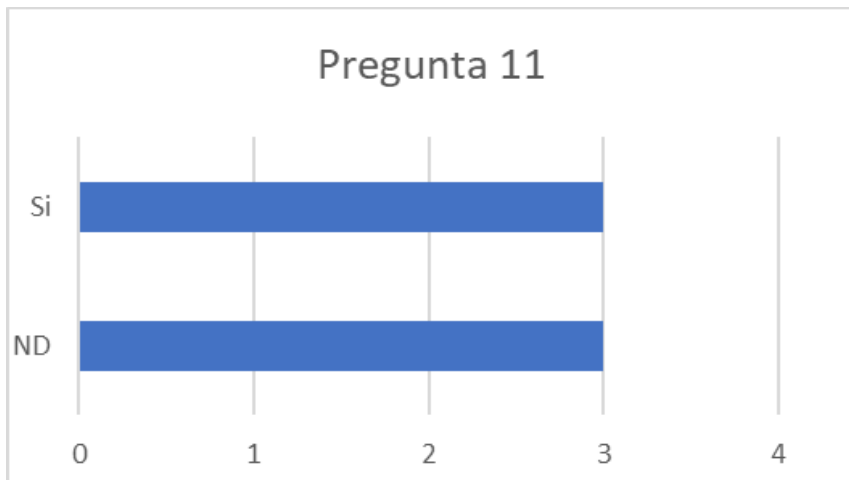


Anexo 12: Pregunta 10.

Autoría propia

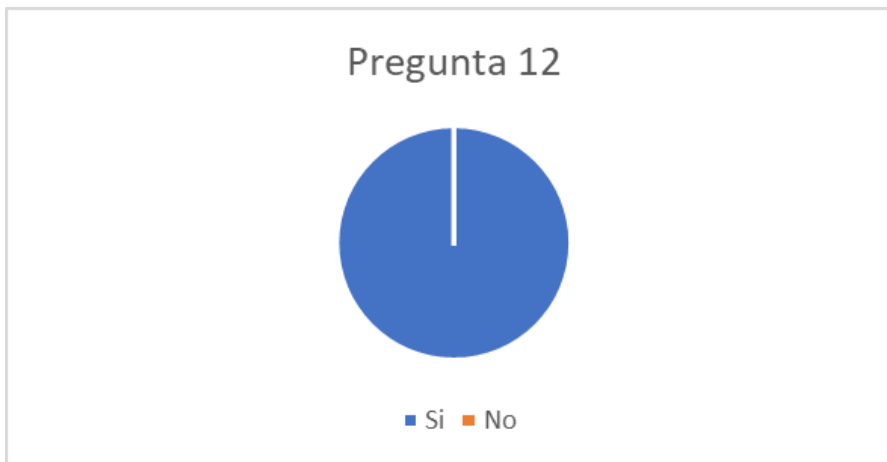
**Anexo 13: Pregunta 11.**

Autoría propia



Anexo 14: Pregunta 12.

Autoría propia



Bibliografía

- Abramson, D., Buyya, R., & Giddy, J. (2002). A computational economy for grid computing and its implementation in the Nimrod-G resource broker. *Future Generation Computer Systems*, 18(8), 1061–1074.
[https://doi.org/10.1016/S0167-739X\(02\)00085-7](https://doi.org/10.1016/S0167-739X(02)00085-7)
- Acopi. (2018). *ACOPI logra una Comisión Accidental Mipyme dentro*. 1–9.
- Akkermans, H. A., & Van der Horst, H. (2002). Managing it infrastructure standardisation in the networked manufacturing firm. *International Journal of Production Economics*, 75(1–2), 213–228. [https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(01\)00201-8](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(01)00201-8)
- Ali, N. (2018). A Comparison between Cluster, Grid, and Cloud Computing. *International Journal of Computer Applications*, 179(32), 37–42.
<https://doi.org/10.5120/ijca2018916732>
- Armbrust, M., Fox, A., Griffith, R., Joseph, A. D., Katz, R., Konwinski, A., Lee, G., Patterson, D., Rabkin, A., Stoica, I., & Zaharia, M. (2010). *A view of cloud computing*. 53(4), 50–58.
- Barney, J. (1991). *firm resources and sustained competitive advantage*.
- Beltran, A. (2006). *Los 20 problemas de la pequeña y mediana empresa*.
- Bliedy, D., Mazen, S., & Ezzat, E. (2018). Datacenter Total Cost of Ownership (TCO) Models : A Survey. *International Journal of Computer Science, Engineering and Applications*, 8(2/3/4), 47–62.
<https://doi.org/10.5121/ijcsea.2018.8404>
- Buthelezi, M. E., Adigun, M. O., Ekabua, O. O., & Iyilade, J. S. (2008). Accounting, pricing and charging service models for a GUISET grid-based service provisioning environment. *Proceedings of the 2008 International Conference*

on E-Learning, e-Business, Enterprise Information Systems, and e-Government, IEEE 2008, March 2014, 350–355.

Castro, F., Devis, L., & Olivera, M. (2011). Impacto de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) en el Desarrollo y la Competitividad del País. *Fedesarrollo*, 225.

<http://www.repository.fedesarrollo.org.co/handle/11445/180>

Chauhan, S., Raman, A., & Singh, N. P. (2013). *A Comparative Cost Analysis of on Premises IT Infrastructure and Cloud-Based Email Services in an Indian Business School*. 3(June), 21–34. <https://doi.org/10.4018/ijcac.2013040103>

Code, R., Date, P., & Dawson, K. (2013). *The Total Cost of Ownership of Cloud and Premise - Based Contact Center Systems*. 1–22.

Customers, M. (2011). *The Total Economic Impact Of Microsoft Office 365 Midsize Customers*. June.

Dembla, V., Chaudhari, R., Joglekar, B., & Chhabra, S. (2018). Implementation of Grid System over Li-Fi Network. *Proceedings - 2018 4th International Conference on Computing, Communication Control and Automation, ICCUBEA 2018*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/ICCUBEA.2018.8697429>

Dittner, R., Rule, D., Majors, K., Ten Seldam, M., Grotenhuis, T., & Green, G. (2006). Virtualization with Microsoft Virtual Server 2005. In *Virtualization with Microsoft Virtual Server 2005*. <https://doi.org/10.1016/b978-1-59749-106-8.x5000-2>

Duncan, N. B. (2016). Capturing flexibility of information technology infrastructure: A study of resource characteristics and their measure. *Journal of Management Information Systems*, 12(2), 37–57.

<https://doi.org/10.1080/07421222.1995.11518080>

Fedesarrollo, & CCIT. (2013). El papel de las TIC en el desarrollo de la pequeña empresa: reflexiones de política a la luz del caso colombiano. *Coyuntura TIC*, 1–35.

Feoktistov, A., Gorsky, S., Sidorov, I., Kostromin, R., Edelev, A., & Massel, L. (2019). Orlando tools: Energy research application development through

- convergence of grid and cloud computing. In *Communications in Computer and Information Science* (Vol. 965). Springer International Publishing.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-05807-4_25
- Feria, J., & Nunn, S. (2006). (12) *United States Patent*. 1(12).
- Fisher, C. (2018). Cloud versus On-Premise Computing. *American Journal of Industrial and Business Management*, 08(09), 1991–2006.
<https://doi.org/10.4236/ajibm.2018.89133>
- Foster, I. (2002). What is the grid? a three point checklist, {July} 2002. *ThreePoint-Check. Pdf, January 2002*.
- Foster, I., Zhao, Y., Raicu, I., & Lu, S. (2014). *Cloud Computing and Grid Computing 360-Degree Compared*.
- Grot, B. (2012). *O Ptimizing D Ata -C Enter Tco With S Cale -O Ut P Rocessors Introduced Processors Based on Low - Power Cores Can Improve Both on - Chip Computing Density To Deliver the Highest Performance Per Tco and*. 52–63.
- Guharoy, R., Sur, S., Rakshit, S., Kumar, S., Ahmed, A., Chakborty, S., Dutta, S., & Srivastava, M. (2017). A theoretical and detail approach on grid computing a review on grid computing applications. *2017 8th Industrial Automation and Electromechanical Engineering Conference, IEMECON 2017*, 142–146.
<https://doi.org/10.1109/IEMECON.2017.8079578>
- Johnson, L., Callaghan, C., Balasubramanian, M., Haq, H., & Spallek, H. (2019). Cost Comparison of an On-Premise IT Solution with a Cloud-Based Solution for Electronic Health Records in a Dental School Clinic. *Journal of Dental Education*, 83(8), 895–903. <https://doi.org/10.21815/jde.019.089>
- Juhasz, Z. (2020). Quantitative cost comparison of on-premise and cloud infrastructure based EEG data processing. *Cluster Computing*, 1–22.
<https://doi.org/10.1007/s10586-020-03141-y>
- Kamoun, F. (2009). Virtualizing the Datacenter Without Compromising Server Performance By Faouzi Kamoun College of Information Technology , University of Dubai. *ACM Ubiquity*, 2009(9).

- Kesselman, C., & Foster, I. (2004). Preface to the second edition. *Molecular Diagnostics of Infectious Diseases*. <https://doi.org/10.1515/9783110278927>
- Koomey, J., Brill, K., Turner, P., Stanley, J., & Taylor, B. (2008). A Simple Model for Determining True Total Cost of Ownership for Data Centers. *Uptime Institute, Llc*, 2.1(March), 1–9.
- Lynn, T., Mooney, J. G., Rosati, P., & Fox, G. (2020). *The Business Value of Cloud Computing*.
- Mell, P., & Grance, T. (2011). The NIST-National Institute of Standards and Technology- Definition of Cloud Computing. *NIST Special Publication 800-145*, 7.
- Mieritz, L., & Kirwin, B. (2005). Defining Gartner Total Cost of Ownership. *Gartner Research, December*, 1–11.
- Mingers, J. (2006). A critique of statistical modelling in management science from a critical realist perspective: Its role within multimethodology. *Journal of the Operational Research Society*, 57(2), 202–219. <https://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2601980>
- Montoya, A., Montoya, I., & Castellanos, O. (2010). Situación de la competitividad de las Pyme en Colombia elementos actuales y retos. *Agronomía Colombiana*, 28(1), 107–117.
- Nazir, A., & Sørensen, S. A. (2010). Cost-benefit analysis of high performance computing infrastructures. *Proceedings - 2010 IEEE International Conference on Service-Oriented Computing and Applications, SOCA 2010*, 1–8. <https://doi.org/10.1109/SOCA.2010.5707134>
- Opitz, A., König, H., & Szamlewska, S. (2008). What does grid computing cost? *Journal of Grid Computing*, 6(4), 385–397. <https://doi.org/10.1007/s10723-008-9098-8>
- Padhi, N. (2018). Should Manufacturing Applications be hosted on Cloud. *Researchgate.Net, November*. https://www.researchgate.net/profile/Nikhil_Padhi/publication/328725538_Should_Manufacturing_Applications_be_hosted_on_Cloud/links/5bdde32645851

- 50b2b9d3afe/Should-Manufacturing-Applications-be-hosted-on-Cloud.pdf
- Patel, A., Seyfi, A., Tew, Y., & Jaradat, A. (2011). Comparative study and review of grid, cloud, utility computing and software as a service for use by libraries. *Library Hi Tech News*, 28(3), 25–32.
<https://doi.org/10.1108/07419051111145145>
- Rasmussen, N. (2011). Determining Total Cost of Ownership for Data Center and Network Room Infrastructure. *White Paper*.
http://apcpartnercentral.com/assets/2012/07/CMRP-5T9PQG_R4_EN.pdf
- Talukder, A. K., Zimmerman, L., & Prahalad, H. A. (2010). *Cloud Economics : Principles , Costs , and Benefits*. <https://doi.org/10.1007/978-1-84996-241-4>
- VMware Inc. (2006). Reducing Server Total Cost of Ownership with VMware Virtualization Software. *Vmware*, 18. <https://www.vmware.com/pdf/TCO.pdf>
- Weill, P. (1992). The relationship between investment in information technology and firm performance: A study of the valve manufacturing sector. *Information Systems Research*, 3(4), 307–333. <https://doi.org/10.1287/isre.3.4.307>
- Xu, X. (2012). From cloud computing to cloud manufacturing. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 28(1), 75–86.
<https://doi.org/10.1016/j.rcim.2011.07.002>