



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES**

**TEMA:**

**Análisis de las Redes de Distribución de Contenidos  
multimedia CDN en los Servicios Web.**

**AUTOR:**

**Guerrero Sánchez, Milton Daniel**

**Trabajo de Titulación previo a la obtención del título de  
INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES**

**TUTOR:**

**M. Sc. Ruilova Luzmila**

**Guayaquil, Ecuador**

**12 de septiembre del 2019**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES**

**CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por el Sr. **Guerrero Sánchez, Milton Daniel** como requerimiento para la obtención del título de **INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES**.

TUTOR

---

M. Sc. Ruilova Luzmila

DIRECTOR DE CARRERA

---

M. Sc. Heras Sánchez, Miguel Armando

Guayaquil, a los 12 días del mes de septiembre del año 2019



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES**

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

**Yo, Guerrero Sánchez, Milton Daniel**

**DECLARÓ QUE:**

El trabajo de titulación “**Análisis de las Redes de Distribución de Contenidos multimedia CDN en los Servicios Web**” previo a la obtención del Título de **Ingeniero en Telecomunicaciones**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

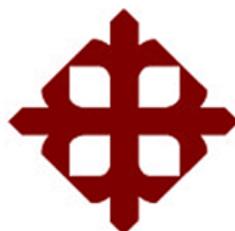
En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 12 días del mes de septiembre del año 2019

EL AUTOR

---

**Guerrero Sánchez, Milton Daniel**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES**

**AUTORIZACIÓN**

**Yo, Guerrero Sánchez, Milton Daniel**

Autorizó a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: **Análisis de las Redes de Distribución de Contenidos multimedia CDN en los Servicios Web**”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 12 días del mes de septiembre del año 2019

EL AUTOR

---

**Guerrero Sánchez, Milton Daniel**

## REPORTE DE URKUND

Documento: TESIS MILTON GUERRERO 22 agosto.docx (D95142662)  
Presentado: 2019-08-30 10:57 (-05:00)  
Presentado por: orlandophilco\_7@hotmail.com  
Destinado: orlando.philco.ucsg@analysis.orkund.com  
Mensaje: tesis GUERRERO 3 [Mostrar el mensaje completo](#)  
4% de estas 32 páginas, se componen de texto presente en 4 fuentes.

Lista de fuentes Bloques

- ★ Probar la nueva interfaz Urkund
- Orlando Philco Asqui (orlando.philco)
- TESIS - Cloud Oriented Content Delivery Network (CCDN).ok.pdf
- <https://docplayer.es/944841-Estudio-analisis-y-desarrollo-de-un-red-de-distribucion-de-contenido-multimedia-en-los-servicios-web.html>
- <http://iafovgoticaparu.com/la-dispersion-cromatica-en-la-fibra-optica/>
- 95% La sensibilidad a la dispersion se incrementa linealmente con la distancia y hace q...
- 93% Dispersión Cromática en Fibras Monomodos estándar Inicialmente en las fibras m...
- 93%

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

TEMA:  
Análisis de las Redes de Distribución de Contenidos multimedia CDN en los Servicios Web.

AUTOR: Guerrero Sánchez, Milton Daniel

Trabajo de Titulación previo a la obtención del grado de INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES

TUTOR: M. Sc. Rulova Aguirre, María Luzmila

Guayaquil, Ecuador

23 de Agosto del 2019

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

Reporte Urkund del trabajo de titulación en Ingeniería en Telecomunicaciones  
titulado: **Análisis de las Redes de Distribución de Contenidos multimedia  
CDN en los Servicios Web.** Del estudiante: **Guerrero Sánchez, Milton  
Daniel** el análisis anti plagio indica el 4% de coincidencias.

Atentamente



Ing. Orlando Philco A.

Revisor

Guerrero Sánchez, Milton Daniel

## **DEDICATORIA**

De todo corazón a mi madre, que el logro de este título lo comparto con ella. A toda mi familia en general por estar siempre apoyándome. A mi enamorada Sonia por ser mi pilar en todo momento y a mejor amigo Ronaldo por siempre estar, a todas mis amistades por ser personas especiales e incondicionales.

Gracias infinitas.

EL AUTOR

---

**Guerrero Sánchez, Milton Daniel**

## **AGRADECIMIENTO**

A mis padres por todo el esfuerzo realizado

A mis compañeros y docentes por mi vida universitaria

A mis familiares por el apoyo brindado.

Gracias Totales.

EL AUTOR

---

**Guerrero Sánchez, Milton Daniel**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

f. \_\_\_\_\_

M. Sc. ROMERO PAZ, MANUEL DE JESUS  
DECANO

f. \_\_\_\_\_

M. Sc. PALACIOS MELÉNDEZ, EDWIN FERNANDO  
COORDINADOR DE TITULACIÓN

f. \_\_\_\_\_

M. Sc. ZAMORA CEDEÑO, NESTOR ARMANDO  
OPONENTE

# Índice General

Resumen.....	xiii
<b>CAPÍTULO 1.....</b>	<b>2</b>
1.1. Introducción.....	2
1.2. Antecedentes.....	3
1.3. Justificación del Problema. ....	4
1.4. Definición del Problema.....	5
1.5. Objetivos del Problema de Investigación. ....	6
1.5.1. Objetivo General. ....	6
1.5.2. Objetivos Específicos. ....	6
1.6. Hipótesis. ....	6
1.7. Metodología de Investigación.....	6
<b>CAPÍTULO 2.....</b>	<b>7</b>
2.1. Antecedentes Teóricos. ....	7
2.2. Topologías para la distribución de contenidos en redes de comunicación .....	9
2.3. Definición de CDN .....	10
2.4. Funciones del CDN.....	11
2.5. Composición de los contenidos.....	11
2.6. Entes con los que interacciona una CDN .....	11
2.7. Componentes de una red CDN.....	12
2.8. Ventajas del uso de CDN .....	12
2.9. Funcionamiento de una red CDN .....	14
2.10. Escalabilidad. ....	14
2.11. Web Caching.....	15
2.12. Consistencia.....	17
2.13. Fibra Óptica. ....	17
2.13.1. Estructura de una fibra óptica .....	19
2.13.2. Tipos de fibra .....	20
2.13.3. Tipos de conectores de fibra óptica que van en las puntas de los cables. ....	21
2.13.4. Ventajas y desventajas sobre la fibra óptica:.....	21

<b>2.14.</b>	<b>Dispersión cromática .....</b>	<b>22</b>
2.14.1.	Dispersión Cromática en Fibras Monomodos standard .....	24
2.14.2.	Dispersión Cromática en Fibras de dispersión desplazada. ....	24
<b>2.15.</b>	<b>Marco conceptual.....</b>	<b>25</b>
<b>2.16</b>	<b>Constitución del Ecuador .....</b>	<b>26</b>
2.16.1	Ley de comercio electrónico. ....	26
<b>3.1</b>	<b>Metodología. ....</b>	<b>27</b>
<b>3.2</b>	<b>Análisis. ....</b>	<b>27</b>
3.2.1	Beneficios de la implementación de Red CDN. ....	28
3.2.2	Objetivos.....	29
3.2.3	Retos de la implementación de CDN. ....	29
3.2.4	Latencia de red.....	30
3.2.5	Replica placement.....	30
3.2.6	Balaceo de carga CDN. ....	31
3.2.7	Pound .....	32
3.2.8	HAProxy .....	33
3.2.9	NGINX. ....	33
3.2.10	Tráfico On-Demand y Failover Automático .....	34
3.2.11	Tráfico entre Servidores y Control de Tráfico (Geo-Based) .....	34
3.2.12	Control Avanzado e Informes .....	34
<b>3.3</b>	<b>Alternativas Del Planteamiento General Y Estructura .....</b>	<b>35</b>
3.3.1	Determinación De Los Costos De Equipos .....	35
3.3.2	Estimación de los costos de venta de los servicios .....	38
3.3.3	Diferencias entre los distintos servidores. ....	39
<b>CAPITULO 4.....</b>	<b>.....</b>	<b>41</b>
<b>4.1</b>	<b>Conclusiones.....</b>	<b>41</b>
<b>4.2</b>	<b>Recomendaciones.....</b>	<b>43</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>.....</b>	<b>44</b>

## Índice de Figuras.

Figura 2. 1: Funciones del CDN .....	14
Figura 2. 2: Escalabilidad en la nube.....	15
Figura 2. 3: web caching.....	16
Figura 2. 4: Fibra óptica.....	17
Figura 2. 5: Estructura de una fibra óptica.....	19
Figura 2. 6: Dos tipos de fibra óptica .....	20
Figura 2. 7: Dispersión cromática .....	23
Figura 3. 1: Enfoque virtual surrogate placement .....	30
Figura 3. 2: Segundo enfoque .....	31
Figura 3. 3: Balanceadores de carga.....	32
Figura 3. 4: Objetos del pounds .....	32
Figura 3. 5: Especificaciones del firewall.....	40

## Índice de Tablas

Tabla 3.1 Precio de equipos .....	36
Tabla 3.2 costos de interconexión .....	38

## **Resumen**

En el presente trabajo de titulación se exponen las mejoras que se tienen desarrollando una CDN, red de distribución de contenidos sobre las diferentes plataformas que pueden ser usadas. Se decidió realizar este tema ya que no se encontró algún servicio en nuestro país que se dedique íntegramente a esto, por lo consiguiente, se quiso tener un precedente para futuras investigaciones de grado que se realicen. Teniendo en cuenta que la tecnología ha dejado de ser considerada como una opción, dentro del diario vivir de los seres humanos, tenemos altas expectativas como usuarios finales de cómo vaya a funcionar la correcta distribución de los diferentes contenidos que tenemos a nuestro alcance. La red de distribución de contenido es la mejora que se necesita para la alta demanda que el streaming, el almacenamiento de información y el tráfico de datos necesita para mantener el debido uso sobre la alta demanda que se tiene hoy en día. Para futuras investigaciones, se recomendó a estudiantes de pregrado de carreras financieras hacer proyectos o investigaciones de estudios de mercado en Ecuador, que tengan que ver con tecnología, navegación en internet, facturación de empresas, uso de prensa escrita y digital, medios de comunicación, entre otras, pues los datos existentes son escasos o nulos, y son investigaciones que podrían esclarecer muchos panoramas en diversas ramas, a nivel estudiantil y profesional.

**Palabras claves: REDES, SERVIDORES, DISTRIBUCIÓN, LATENCIA, STREAMING, TRÁFICO, REDIRECCIONAMIENTO, MULTIMEDIA**

## **Abstract**

In this work, I expose the improvements that have been developed by developing a CDN, content distribution network on the different platforms that can be used. I decided to carry out this issue since I did not find any service in our country that is dedicated entirely to this, therefore, I wanted to have a precedent for future degree investigations that are carried out. Taking into account that technology has ceased to be considered as an option, within the daily life of human beings, we have high expectations as end users of how the correct distribution of the different contents that we have within our reach will work. The content distribution network is the improvement that is needed for the high demand that streaming, information storage and data traffic need to maintain due use over the high demand that exists today. For future research, undergraduate students of financial careers were recommended to do projects or market research investigations in Ecuador, which have to do with technology, internet browsing, company billing, use of digital and written press, media, among others, since the existing data are scarce or null, and are investigations that could clarify many scenarios in various branches, at the student and professional level.

**Keywords: NETWORKS, SERVERS, DISTRIBUTION, LATENCY, STREAMING, TRAFFIC, REDIRECTION, MULTIMEDIA**

# CAPÍTULO 1

## 1.1. Introducción

En la actualidad, se puede observar que, día a día las personas se ven expuestas a una mayor penetración del Internet en nuestra vida, ya que es indispensable para todo. Este se ha transformado en algo indispensable, sin importar la clase social o la edad que tenga la persona que la utiliza.

Es decir, la tecnología, ha dejado de ser considerada como una opción, dentro del diario vivir de los seres humanos, pues se lo utiliza tanto para los estudios como para el trabajo, sin olvidar el entretenimiento diario o familiar.

El incremento de la tecnología, ha hecho que el usuario nunca este conforme y exija, más y mejores servicios, dejando de ser los conformistas del pasado, para pedir mejores condiciones por el internet que están cancelando. Todo esto sumado a que los dispositivos inteligentes cada vez incrementan sus servicios y resoluciones, el usuario exige tener un internet que vaya acorde con la nueva tecnología.

Para poder cumplir de la mejor manera a las exigencias del usuario es indispensable que se de paso a las redes de distribución de contenido y la interconexión a estas, permite el acceso a una gran gama de servidores.

Hay que recordar que si el usuario, requiere solo un tipo de contenido previamente determinado, el Request Ruting System y este selecciona que servidor es el más cercano y adecuado, para brindarle dicha información que el cliente solicita.

La transmisión idónea de contenido multimedia atreves de la red móvil es una función muy demandada actualmente, ya que garantiza que la calidad de servicio que se está brindando sea la más adecuada para satisfacer la exigencia de los clientes.

## **1.2. Antecedentes**

Es indispensable saber que la denominada de tecnología de la información, está basada en que mientras, más al alcance se encuentre el contenido solicitado por el usuario del alojamiento del servidor, la accesibilidad se verá mejorada y el tiempo de espera se reducirá considerablemente, para beneplácito del cliente.

Es decir, las redes de distribución de contenido, se utilizan básicamente, para la transmisión de contenido del tipo audiovisual, pero también se las suele usar para mejorar el reparto de las terminales y de esta forma optimizar el servicio, que se le da al usuario.

Las redes de distribución de contenido, aparecen como la salida a los inconvenientes de la web, además de disminuir el lapso de repuesta y que los datos que se pierdan sean mínimos. Todo esto con el fin de conseguir un balance entre lo que gasta el dueño del contenido web y el servicio que recibe la persona

Las ventajas de la implementación de este modelo son las siguientes:

- Reduce la carga de los servidores.
- Red de tráfico distribuida.
- Reduce la latencia.
- Incrementa el ancho de banda.
- Aumenta el web caching

El presente proyecto, pretende el análisis de las redes CDN, para servicios web con el objetivo de mejorar en lo que respecta a la eficiencia, que se pueda conseguir, esto consigue con un óptimo balanceo del contenido, tanto de los servidores como de los enlaces, suprimiendo de esta forma los congestionamientos y brindando los datos de acuerdo a la cercanía del lugar, donde se encuentra el cliente.

Este tipo de redes son altamente escalables, permiten una gestión total sobre los recursos multimedia. Esto permite realizar una evaluación de las prestaciones de una CDN para la distribución de contenidos multimedia, especialmente en este trabajo para la distribución de video. Haciendo la integración del streaming de video adaptativo, el uso de una infraestructura.

### 1.3. Justificación del Problema.

Desde el surgimiento, de los primeros productos comerciales en los 90, la emisión de contenido multimedia a través de la red, es uno de los servicios, que más demanda tiene en la actualidad, aunque el problema en si radica en la transferencia vía steaming.

Con el transcurrir de los años, el aumento en la popularidad de los servicios de carácter multimedia, viene de la mano de una mayor demanda de mejoras en la calidad que se le da a la imagen, realizando múltiples pruebas de steaming, debido al gran aumento de dispositivos inteligentes

Pero en si la justificación de la tesis se basa en los siguientes ítems, que se mencionan a continuación:

La importancia de la tecnología de servidor CDN: Debido a la introducción de la tecnología, es cada vez mayor y más importante las redes de distribución de contenido, puesto que los clientes esperan un rendimiento constante y fiable del contenido multimedia, que consume determinada cantidad de ancho de banda, desde cualquier lugar y también en cualquier momento o en cualquier dispositivo.

**Implementación de un CDN multimedia:** La mejor solución posible para los proveedores de servicios de red que se enfrentan a las crecientes demandas de los consumidores y al aumento de la competencia es implementar su propia CDN con tecnología de servidor VOD integrada. Con la implementación de su propia CDN multimedia, los operadores de red pueden crear nuevos servicios y mejorar su capacidad para retener a los clientes actuales y conquistar nuevos clientes.

**Reducir la latencia:** Es decir, el tiempo de carga del sitio web, ya que una CDN reutiliza las sesiones abiertas previamente por tus visitas. De esta manera, cuando un usuario quiera acceder al sitio web, éste se cargará rápidamente y el usuario no esperará ni un segundo para que se abra por completo. Con un correcto análisis de las redes CDN, se reducirá considerablemente la latencia, es decir, el tiempo de carga de tu sitio web, ya que una CDN reutiliza las sesiones abiertas previamente por tus visitas. De esta manera, cuando un usuario quiera acceder a tu sitio web, éste se cargará rápidamente y el usuario no esperará ni un segundo para que se abra por completo.

La finalidad de escoger este tema para mi sustentación, es que trataré de demostrar la vital importancia de una red de distribución de contenido, logrando que las visitas que están físicamente lejos de tu servidor original reciban el contenido de tu web mucho más rápido. De esta manera, mejorarás la experiencia de usuario, reducirás el porcentaje de rebote y, como consecuencia, conseguir más conversiones.

#### **1.4. Definición del Problema.**

Para conseguir delimitar de una manera idónea, el problema que se está investigando, es indispensable el análisis y evaluación de las tecnologías presentes en la red de distribución de contenidos, que ayuden a optimizar la calidad de la transferencia del video en las denominadas redes móviles de la información.

Hay que tener en cuenta, que esta clase de redes no son nada nuevo, sino que llevan bastante tiempo en el mercado tecnológico, lo que sí ha cambiado, es que ya no solo brindan un servicio estático, sino que ahora se basan en el steaming.

Las nuevas plataformas donde se pueden realizar dichos servicios, las cuales somos usuarios frecuentes, como Whatsapp, Skype, o cualquier plataforma que brinde dicho servicio, cada vez están implementando tecnologías las cuales demandan mucha más implementación de una buena distribución de los contenidos que se generan como es el audio y video

Es indispensable establecer los principales medios y también recursos que serán utilizados a lo largo del desarrollo del trabajo investigativo denominado análisis de redes CDN para servicios web.

- Plataforma de documentación de carácter científico
- Virtual network
- Recursos informáticos y Bibliotecarios

## **1.5. Objetivos del Problema de Investigación.**

### **1.5.1. Objetivo General.**

- Estudiar la influencia de las redes CDN en el almacenamiento y repartición de contenido multimedia.

### **1.5.2. Objetivos Específicos.**

- Analizar la importancia de las tecnologías multimedia y el steaming adaptativo en las estructuras de las redes CDN.
- Estudiar los distintos servicios que brindan las redes CDN, en un entorno virtual, haciendo especial énfasis en la redirección de clientes.
- Describir las funciones de la CDN, en steaming multimedia.

## **1.6. Hipótesis.**

Se realiza un estudio basado en los principios de la red de distribución de contenido CDN en el cuál se evidencian las mejoras que se tienen en el sitio web donde se implementará dicha red donde se evalúa el servicio que se adapte a las necesidades según el desempeño requerido.

## **1.7. Metodología de Investigación.**

El adecuado análisis de las tecnologías presentadas, engloba diversas perspectivas, empezando desde el estudio teórico de cómo se comporta una red CDN aplicada en un sitio web, las mejoras que se tienen y finalizando con la funcionalidad de la aplicación en la misma.

## CAPÍTULO 2

### FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

#### 2.1. Antecedentes Teóricos.

**“Diseño de un nodo con tecnología cloud-oriented content delivery network, utilizando la integración con modelos de servicio de cloud computing, para el datacenter de un proveedor de servicios de contenido”**

Este trabajo presenta, el diseño de un nodo híbrido con tecnología de Red de Distribución de Contenido - Content Delivery Network (CDN) orientado a operar en un ambiente de red en la nube - Networked Cloud Computing Environment (NCE), mediante la integración con modelos de distribución y servicio de Computación en la Nube “Cloud Computing” de pago o código abierto “Open Source” y lograr así una arquitectura Cloud-Oriented Content Delivery Network (CCDN), para optimizar el rendimiento e incrementar el desempeño de la distribución del contenido dentro de la red de un proveedor de Contenidos - Content Delivery Service Provider (CDSP) El sistema tendrá la capacidad de mejorar la entrega del tráfico de contenido, y de igual manera considerar todos los aspectos de seguridad necesarios para una adecuada operación. Al integrar una arquitectura de red que entregue servicios CDN, a través de métodos de entrega de contenido orientados a servir en la nube “Cloud” y que emplee los diferentes modelos de distribución (Public – Private – Hybrid e Inter-Cloud) y de servicio SPI (Software – Platform e Infraestructure), se puede hacer el servicio más eficiente en costos, más competitivo y a gran escala. (Galvez Huerta, 2016)

Este trabajo se relaciona debido a que efectúa el análisis de un diseño de un nodo híbrido con tecnología de Red de Distribución de Contenido - Content Delivery Network (CDN) orientado a operar en un ambiente de red en la nube - Networked Cloud Computing Environment (NCE), mediante la integración con modelos de distribución y servicio de Computación en la Nube “Cloud Computing” de pago o código abierto, por medio de métodos de entrega de contenidos a través de diferentes modelos de distribución

## **Estudio, análisis y desarrollo de una red de distribución de contenido y su algoritmo de redirección de usuarios para servicios web y streaming.**

Esta tesis se ha creado en el marco de la línea de investigación de Mecanismos de Distribución de Contenidos en Redes IP, que ha desarrollado su actividad en diferentes proyectos de investigación y en la asignatura “Mecanismos de Distribución de Contenidos en Redes IP” del programa de doctorado “Telecomunicaciones” impartido por el Departamento de Comunicaciones de la UPV y, actualmente en el Máster Universitario en Tecnologías, Sistemas y Redes de Comunicación. El crecimiento de Internet es ampliamente conocido, tanto en número de clientes como en tráfico generado. Esto permite acercar a los clientes una interfaz multimedia, donde pueden concurrir datos, voz, video, música, etc. Si bien esto representa una oportunidad de negocio desde múltiples dimensiones, se debe abordar seriamente el aspecto de la escalabilidad, que pretende que el rendimiento medio de un sistema no se vea afectado conforme aumenta el número de clientes o el volumen de información solicitada. El estudio y análisis de la distribución de contenido web y streaming empleando CDNs es el objeto de este proyecto. El enfoque se hará desde una perspectiva generalista, ignorando soluciones de capa de red como IP multicast, así como la reserva de recursos, al no estar disponibles de forma nativa en la infraestructura de Internet. Esto conduce a la introducción de la capa de aplicación como marco coordinador en la distribución de contenido. Entre estas redes, también denominadas overlay networks, se ha escogido el empleo de una Red de Distribución de Contenido (CDN, Content Delivery Network). Este tipo de redes de nivel de aplicación son altamente escalables y permiten un control total sobre los recursos y funcionalidad de todos los elementos de su arquitectura. Esto permite evaluar las prestaciones de una CDN que distribuya contenidos multimedia en términos de: ancho de banda necesario, tiempo de respuesta obtenido por los clientes, calidad percibida, mecanismos de distribución, tiempo de vida al utilizar caching, etc. Actualmente, este tipo de redes está orientando la mayor parte de sus esfuerzos a la capacidad de ofrecer streaming media sobre Internet. Para un análisis minucioso, esta tesis propone un modelo inicial de CDN simplificado, tanto a nivel teórico como práctico. En el aspecto teórico se expone un modelo matemático que permite evaluar analíticamente una CDN. Este modelo introduce una complejidad considerable conforme se introducen nuevas funcionalidades, por lo que se plantea y desarrolla un modelo de simulación

que permite, por un lado, comprobar la validez del entorno matemático y, por otro lado, establecer un marco comparativo para la implementación práctica de la CDN, tarea que se realiza en la fase final de la tesis. De esta forma, los resultados obtenidos abarcan el ámbito de la teoría, la simulación y la práctica. (Molina Moreno, 2013)

Este trabajo de investigación, se relaciona debido a que desarrollo de una red de distribución de contenido y su algoritmo de redirección de usuarios para servicios web y streaming, que es muy parecido a nuestro tema de investigación.

## **2.2. Topologías para la distribución de contenidos en redes de comunicación**

Las redes superpuestas peer-to-peer (P2P) son topologías de distribución que aprovechan la capacidad que tienen sus nodos de retransmitir a otros nodos la información que reciben. En el caso particular de la transmisión de vídeo mediante redes P2P, conocida como streaming P2P, existen implementaciones basadas en la diseminación de datos del protocolo BitTorrent de descarga de ficheros. Estas redes emplean una topología pseudoaleatoria que hace difícilmente caracterizable tanto el tamaño que puede tener la red entendido como el máximo número de nodos a los que se puede garantizar una calidad de servicio determinada como el retardo de distribución. Frente a esta falta de definición, en el presente trabajo se presenta una red estructurada en la que los nodos establecen conexiones tanto de recepción como de retransmisión según un algoritmo de ingreso determinista. Dicha topología permite calcular exactamente el número máximo de nodos que pueden formar la red y que, en condiciones de estabilidad, reciben el flujo con garantías de calidad, así como una cota muy ajustada del retardo total de distribución. En nuestro caso, hemos definido redes formadas por un único nodo fuente con una capacidad mayor que el ancho de banda de la transmisión del flujo, así como por una serie de nodos cuya capacidad es inferior al ancho de banda de dicho flujo. Esta restricción sirve para separar los nodos de alta capacidad de los nodos terminales que o bien tienen limitaciones físicas debido a la capacidad de su enlace o bien no quieren destinar toda su capacidad a la retransmisión del flujo de información. De hecho, los nodos de alta capacidad pueden considerarse fuentes o bien porque generan físicamente el flujo o bien porque, recibéndolo a través de otra red de distribución, lo retransmiten como fuente a los nodos de baja capacidad

que conforman la red P2P. Una vez descrita la topología de distribución, se define el modelo matemático para su análisis. Para ello se normaliza el ancho de banda del flujo y se propone un algoritmo de ingreso de nodos en la red con el objeto de optimizar el retardo de distribución. A continuación, se caracteriza la topología de la red mediante tres parámetros: el número de nodos a los que puede servir el nodo fuente, el número de conexiones de descarga que deben llegar a un nodo para recibir el flujo a tasa unitaria y el número máximo de conexiones de subida que puede establecer un nodo. Asimismo, se segmenta el flujo de información en unidades genéricas, denominadas objetos, que se diseminan en la red a través de un determinado conjunto de árboles de difusión. El número de árboles de difusión se corresponde con el número de conexiones de descarga de los nodos. Todo esto permite obtener una expresión del número de nodos que, en condiciones de estabilidad, pueden conectarse a la red, así como una cota muy ajustada del retardo total de transmisión. Presentamos además una simulación que permite evaluar el rendimiento de la topología descrita en el entorno de redes VANET. De forma complementaria, en el último capítulo se presenta una propuesta de distribución multicast en la capa de aplicación que puede emplearse para transmitir el flujo de información desde el nodo que lo produce inicialmente hasta los nodos fuentes de las redes P2P de distribución. (Machado, 2015)

Este trabajo se relaciona debido a que analiza el flujo de información de la transferencia de datos, además de proponer una distribución multicast de la misma.

### **2.3. Definición de CDN**

Una CDN, es considerada una red de entrega de los contenidos es en sí una red superpuesta de servidores en diversos puntos en la red que contienen respaldo de los datos, con el fin de optimizar el ancho de banda para el correcto acceso a los datos de los clientes por la web. Un usuario de esta forma ingresa a una copia respaldada de los datos, cerca suyo, en contraposición a todos los usuarios, que ingresan al mismo servidor central, con el propósito de evitar los consabidos embotellamientos cerca de ese servidor. (Conde, 2017)

En si, según Lap, las CDN, son redes de distribución de contenidos que se encuentran ubicadas en múltiples partes a lo largo del internet guardando copias de información importante a través de un respaldo y que sirve para que cuando los usuarios entren a buscarlo a la web, no se produzca el colapso por embotellamiento

#### **2.4. Funciones del CDN**

Entre las principales funciones están:

- Redirección de las distintas peticiones efectuadas y la entrega correcta de contenidos.
- Replicación y posterior distribución del contenido
- Negociación de la información contenida
- Administración de los diferentes componentes de la red

#### **2.5. Composición de los contenidos.**

Los contenidos por lo general están compuestos solamente por dos partes:

- El contenido que esta codificado tiene diversas formas entre las que están estático, dinámico o en todo caso streaming, el contenido estático puede ser una imagen o un documento, ejemplos de contenido dinámico son la página web de los diferentes diarios digitales o también los videos que constantemente suben los usuarios y streaming audios y videos que se pueden descargar en tiempo real. (Daniel, 2017)
- Los metadatos, que en si es la distribución de los diversos contenidos. (Daniel, 2017)

#### **2.6. Entes con los que interacciona una CDN**

Las CDN interaccionan con tres partes principalmente que son:

- Proveedor de contenido, que es aquella persona o empresa que diseña los diferentes contenidos que se van a utilizar

- Proveedor de cdn, está por su parte es la compañía, que dota de la infraestructura necesaria que se necesita
- Usuario final: es aquella persona que accede al contenido web

## 2.7. Componentes de una red CDN.

Los componentes de una red CDN, son los siguientes:

- Componentes de entrega de contenido, el mismo está compuesto por el servidor de origen más los servidores replica.
- Componente de enrutamiento de direcciones, que es el encargado de redirigir o distribuir las diferentes peticiones de los usuarios.
- Componentes de distribución traslada los diversos contenidos desde el servidor central a los servidores de los bordes.
- Componentes de contabilidad, para poder mantener un registro de la visita de los usuarios al contenido subido en la web. (Orange, 2017)

## 2.8. Ventajas del uso de CDN

El uso de redes CDN tiene como propósito optimizar la experiencia que tienen los usuarios al visitar los diferentes contenidos. Entre las ventajas se pueden mencionar:

**Incremento de la velocidad:** Es sin duda la mejor ventaja, debido a que la velocidad de carga es incrementada, ya que no será necesario que el servidor sirva toda esa información, lo que agilizará considerablemente la velocidad del sitio. (Orange, 2017)

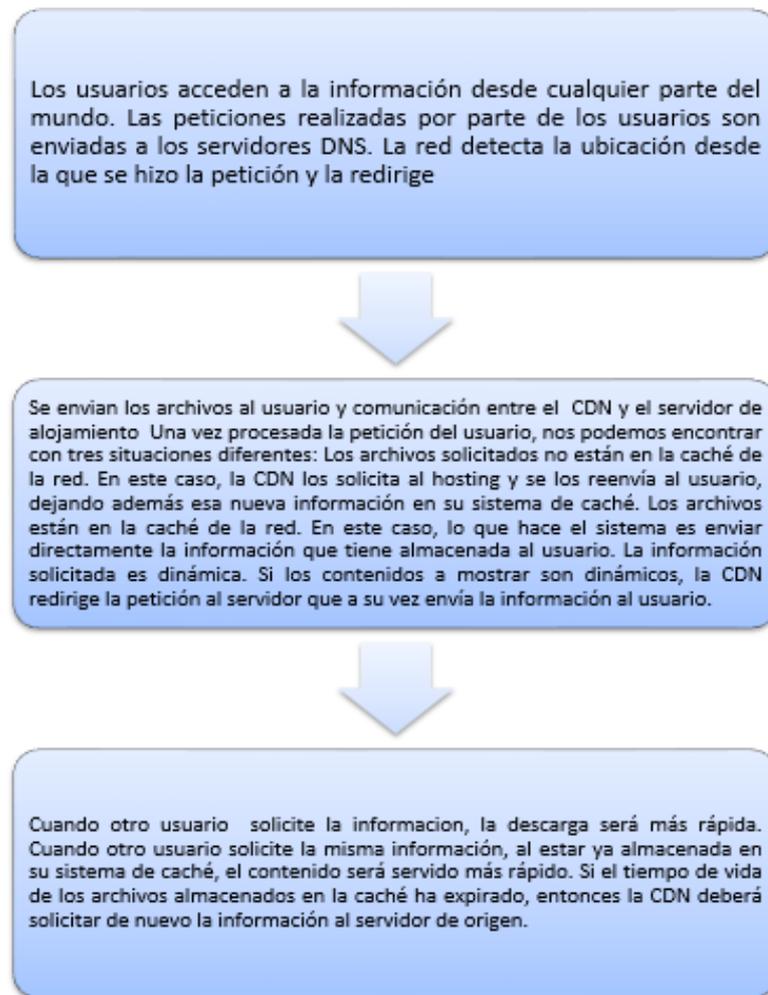
**Reducción de carga del servidor original:** Al tener ciertos archivos en la caché de la red CDN, no es indispensable que se solicite esa información al servidor original, originando que la respuesta de este será más liviana, al tener que servir solamente la información dinámica que le es solicitada. (Orange, 2017)

**Ubicación geográfica:** Esta clase de redes tienen presencia en variadas localizaciones geográficas de Internet. Cuando uno de estos servidores consigue nueva información, lo replica al resto de servidores que componen el sistema, lo que ayuda a optimizar la velocidad de carga geográficamente. (Orange, 2017)

**Mejora de la seguridad:** Algunos CDN ofrecen funciones que van más allá de mejorar las prestaciones a la hora de mostrar la información de un portal, sino que añaden funcionalidades capaces de determinar si las peticiones realizadas son legítimas o más bien fraudulentas. En este segundo caso, esas peticiones son eliminadas y no se llegan a procesar. (Orange, 2017)

**Mejorar el posicionamiento de la web:** Al verse incrementada la velocidad de carga del sitio, esto ayuda a que los buscadores la valoren de manera positiva, que a otras del sector que carguen de forma más lenta, lo que se puede traducir en un incremento en el número de visitas a nuestro sitio. (Orange, 2017)

## 2.9. Funcionamiento de una red CDN



**Figura 2. 1:** Funciones del CDN  
Fuente: Autor

## 2.10. Escalabilidad.

Se comprende por escalabilidad a la capacidad de adaptación y respuesta de un sistema con relación al rendimiento del mismo a medida que estos se incrementan de manera significativa también lo hacen la cantidad de usuarios del mismo. La escalabilidad de un sistema es un aspecto complejo e importante del diseño. (Madeja, 2017)



**Figura 2. 2:** Escalabilidad en la nube  
**Fuente:** (Madeja, 2017)

La escalabilidad está íntimamente ligada al diseño del sistema. Influye en el rendimiento de forma significativa. Si una aplicación está bien diseñada, la escalabilidad no constituye un problema. Analizando la escalabilidad, se deduce de la implementación y del diseño general del sistema. No es atributo del sistema configurable. (Madeja, 2017)

La escalabilidad supone un factor crítico en el crecimiento de un sistema. Si un sistema tiene como objetivo crecer en el número de usuarios manteniendo su rendimiento actual, tiene que evaluar dos posibles opciones:

- Con un hardware de mayor potencia o
- Con una mejor combinación de hardware y software.

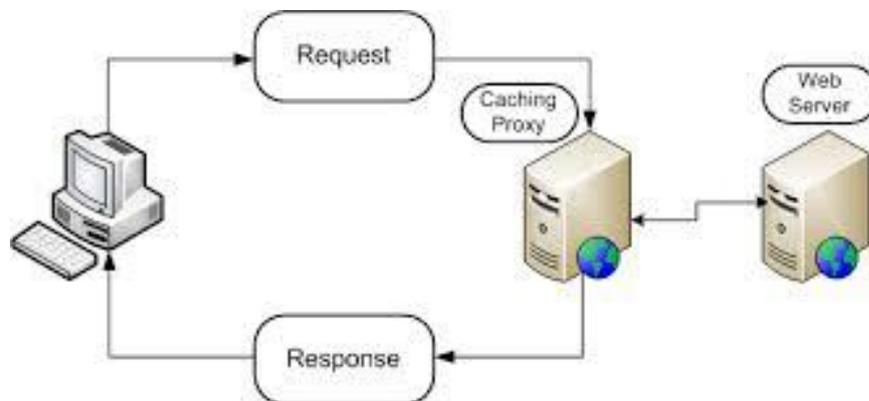
Se pueden distinguir dos tipos de escalabilidad, vertical y horizontal:

- El escalar verticalmente o escalar hacia arriba, significa el añadir más recursos a un solo nodo en particular dentro de un sistema, tal como el añadir memoria o un disco duro más rápido a una computadora.
- La escalabilidad horizontal, significa agregar más nodos a un sistema, tal como añadir una computadora nueva a un programa de aplicación para espejo.

### **2.11. Web Caching**

El almacenamiento en caché de web es un mecanismo de almacenamiento temporal que acelera la distribución de contenido web a los usuarios finales. En las redes de distribución de contenido (CDN), varios servidores conservan copias del contenido y de los archivos multimedia avanzados, incluidos audio, vídeo, imágenes y texto estático, en varios puntos de toda la red para su recuperación posterior.

El servidor CDN más cercano resuelve las peticiones de los usuarios mediante el almacenamiento en caché del contenido, lo que ahorra tiempo y reduce el tráfico de la red principal. (Akamai, 2016)



**Figura 2. 3:** web caching  
**Fuente:** (Akamai, 2016)0

En entornos web, las caches suelen emplear la operación HTTP GET condicional para determinar si un objeto almacenado está actualizado. Esta propiedad permite a la cache indicar al servidor que únicamente envíe el objeto web si se ha modificado recientemente. Si no ha sido modificado, el servidor retorna únicamente la cabecera HTTP.

La gestión de la caché es un componente funcional fundamental de un proxy si se desea aumentar el rendimiento, pero este dispositivo también puede cumplir otras funciones, como son:

**Filtrado:** un proxy puede ser considerado como un cortafuego (firewall) de nivel de aplicación, puesto que intercepta los paquetes entrantes y salientes, por lo que puede permitirles el paso o denegárselo. Asimismo, también permite registrar en un fichero de log la actividad de la comunicación. Actualmente, un servicio de valor añadido es la posibilidad de comprobar en los paquetes entrantes (ficheros adjuntos en los correos) la presencia o ausencia de virus.

**Compartición de conexiones:** un proxy puede ser configurado análogamente a un servicio de NAT permitiendo la conexión a Internet de múltiples usuarios.

## 2.12. Consistencia

Los datos que se han almacenado en caché no deben permanecer cuando sean obsoletos. Para evitar esto, existen varias técnicas para detectar cuándo un objeto almacenado ya no es equivalente con su correspondiente en el servidor origen.

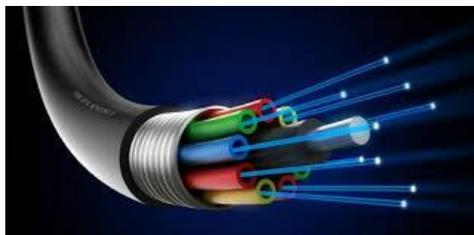
En el denominado client polling el proxy cache es el encargado de asegurar la consistencia mediante marcación temporal en cada objeto almacenado. Mediante comparaciones periódicas (modelo de validación) con el objeto original se asegura dicha consistencia.

De cara a mejorar el rendimiento en el proceso, HTTP 1.1 soporta métodos condicionales: de esta forma, cuando un cliente o servidor caché solicita una petición condicional por un recurso que previamente ha almacenado en su caché, añade el asociado validador en la solicitud.

Este validador es contrastado en el servidor origen con su actual objeto. Si ambos coinciden, el servidor envía un código especial de estado (304, Not Modified), sin cuerpo de mensaje. En caso contrario, devuelve una respuesta global con cuerpo de mensaje. Nótese que, tras validar un objeto, no hay forma de conocer si ha cambiado hasta la siguiente comprobación.

## 2.13. Fibra Óptica.

La fibra óptica es una delgada hebra de vidrio o silicio fundido que conduce la luz. Se requieren dos filamentos para una comunicación bi-direccional: TX y RX.



**Figura 2. 4:** Fibra óptica  
**Fuente:** Franco García, 2016

El grosor del filamento es comparable al grosor de un cabello humano, es decir, aproximadamente de 0,1 mm. En cada filamento de fibra óptica podemos apreciar 3 componentes:

- La fuente de luz: LED o laser.
- El medio transmisor: fibra óptica.
- El detector de luz: fotodiodo.

Un cable de fibra óptica está compuesto por: Núcleo, manto, recubrimiento, tensores y chaqueta.

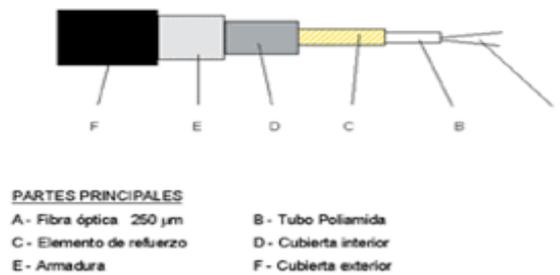
Las fibras ópticas se pueden utilizar con LAN, así como para transmisión de largo alcance, aunque derivar en ella es más complicado que conectarse a una Ethernet. La interfaz en cada computadora pasa la corriente de pulsos de luz hacia el siguiente enlace y también sirve como unión T para que la computadora pueda enviar y recibir mensajes.

Convencionalmente, un pulso de luz indica un bit 1 y la ausencia de luz indica un bit 0. El detector genera un pulso eléctrico cuando la luz incide en él. Éste sistema de transmisión tendría fugas de luz y sería inútil en la práctica excepto por un principio interesante de la física. Cuando un rayo de luz pasa de un medio a otro, el rayo se refracta (se dobla) entre las fronteras de los medios. (Neo, 2016)

El grado de refracción depende de las propiedades de los dos medios (en particular, de sus índices de refracción). Para ángulos de incidencia por encima de cierto valor crítico, la luz se refracta de regreso; ninguna función escapa hacia el otro medio, de esta forma el rayo queda atrapado dentro de la fibra y se puede propagar por muchos kilómetros virtualmente sin pérdidas. (Franco Garcia, 2016)

La fibra óptica resulta interesante porque toma un concepto muy antiguo que es la manipulación de la luz, no es otra cosa más que eso, la manipulación controlada de la luz. Si nos remontamos a la historia, los mismos egipcios controlaban la luz por medio de espejos para iluminar dentro de las increíbles pirámides. Hoy la manipulación de la luz está controlada dentro de un cable, con terminaciones especiales y en placas especiales que hacen que la transmisión sea posible.

### 2.13.1. Estructura de una fibra óptica



**Figura 2. 5:** Estructura de una fibra óptica  
**Fuente:** (Neo, 2016)

- Elemento central dieléctrico: este elemento central que no está disponible en todos los tipos de fibra óptica, es un filamento que no conduce la electricidad (dieléctrico), que ayuda a la consistencia del cable entre otras cosas.
- Hilo de drenaje de humedad: su fin es que la humedad salga a través del, dejando al resto de los filamentos libres de humedad.
- Fibras: esto es lo más importante del cable, ya que es el medio por dónde se transmite la información. Puede ser de silicio (vidrio) o plástico muy procesado.

Aquí se producen los fenómenos físicos de reflexión y refracción. La pureza de este material es lo que marca la diferencia para saber si es buena para transmitir o no. Una simple impureza puede desviar el haz de luz, haciendo que este se pierda o no llegue a destino. En cuanto al proceso de fabricación es muy interesante y hay muchos vídeos y material en la red, pero básicamente las hebras (micrones de ancho) se obtienen al exponer tubos de vidrio al calor extremo y por medio del goteo que se producen al derretirse, se obtienen cada una de ellas.

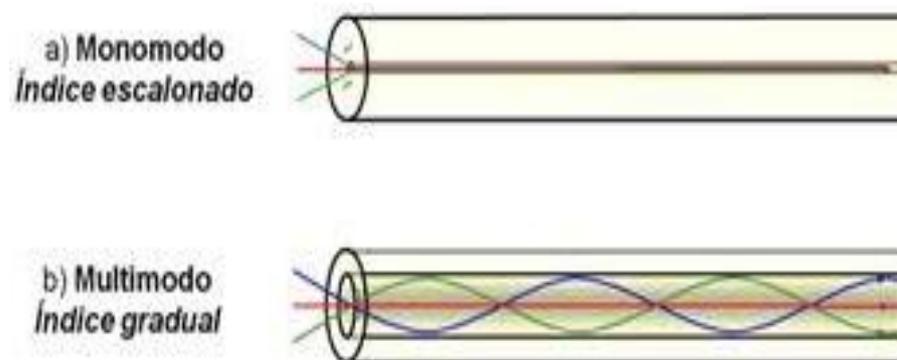
- Loose Buffers: es un pequeño tubo que recubre la fibra y a veces contiene un gel que sirve para el mismo fin haciendo también de capa oscura para que los rayos de luz no se dispersen hacia afuera de la fibra.
- Cinta de Mylar: es una capa de poliéster fina que hace muchos años se usaba para transmitir programas a PC, pero en este caso sólo cumple el rol de aislante.
- Cinta antillama: es un cobertor que sirve para proteger al cable del calor y las llamas.

- Hilos sintéticos de Kevlar: estos hilos ayudan mucho a la consistencia y protección del cable, teniendo en cuenta que el Kevlar es un muy buen ignífugo, además de soportar el estiramiento de sus hilos.
- Hilo de desgarre: son hilos que ayudan a la consistencia del cable.
- Vaina: la capa superior del cable que provee aislamiento y consistencia al conjunto que tiene en su interior.

Ahora que sabemos cómo está compuesto un cable, vamos a ver cómo funciona. No voy a detallar matemáticamente el funcionamiento porque no es la idea, solamente voy a hablar de los dos fenómenos de la óptica que permiten la transmisión y son la frutilla de esta torta maravillosa. Igualmente, en la red hay información de sobra para ampliar sus conocimientos.

### 2.13.2. Tipos de fibra

Una es la fibra monomodo y la otra es multimodo, este agrupamiento se debe en la forma en que transmiten la luz por dentro de la fibra.



**Figura 2. 6:** Dos tipos de fibra óptica  
**Fuente:** (Rodríguez A. , 2012)

- Monomodo: se transmite un sólo haz de luz por el interior de la fibra. Tienen un alcance de transmisión de 300 km en condiciones ideales, siendo la fuente de luz un láser.
- Multimodo: se pueden transmitir varios haces de luz por el interior de la fibra. Generalmente su fuente de luz son IODOS de baja intensidad, teniendo distancias cortas de propagación (2 o 3 Km), pero son más baratas y más fáciles de instalar.

Llegamos al punto en que sabemos cómo es una fibra óptica, que materiales la componen y que tipos hay. Es el momento de conocer como conectarlas entre los dispositivos y cómo son las placas de red que tienen como misión “transformar” la luz en código binario (fotosensores) para que el dispositivo pueda interpretar. (Rodriguez A. , 2012)

### **2.13.3. Tipos de conectores de fibra óptica que van en las puntas de los cables.**

- FC que se usa en la transmisión de datos y en las telecomunicaciones.
- FDDI se usa para redes de fibra óptica.
- LC y MT-Array que se utilizan en transmisiones de alta densidad de datos, más que nada usado en servers o clusters storage.
- SC y SC Dúplex se utilizan para la transmisión de datos.
- ST o BFOC se usa en redes de edificios y en sistemas de seguridad.

Una vez que los tenemos conectados, las placas emiten luz por medio de distintos dispositivos:

- Láser: el más potente y usado en el cable monomodo
- LED: son baratos, no tienen mucha potencia y se usan en los cables multimodo.

Las placas de red, además de darnos la interfaz de conexión, son las encargadas de “convertir” los impulsos de luz en binarios para la comprensión de la PC. Básicamente toman los impulsos de esta manera: Impulso de Luz = 1, oscuridad = 0. Así es como forma el binario. Igualmente, para más detalles, siempre está la internet para profundizar.

### **2.13.4. Ventajas y desventajas sobre la fibra óptica:**

#### **Ventajas:**

- Alto ancho de banda (pruebas dieron casi 1 TB/s), haciendo que la transmisión dependa de la capacidad de procesamiento de emisor-receptor más que del medio

- Multiprotocolo (TCP/IP, SCSI, etc.)
- Escalable
- Muy segura ya que no hay manera de acceder a los datos transmitidos sin romper la fibra
- El cable es muy liviano y se corroe poco
- La señal se pierde muy poco a lo largo del cable

### **Desventajas:**

- El conjunto de conectores, cable, placas, dispositivos para fibra, etc., son caros para el uso no comercial, por eso se utiliza como backbone donde se debe transmitir un gran volumen de información a grandes velocidades.
- La fibra es frágil, lo que complica un poco la instalación.
- Los empalmes entre fibra son complejos, con lo cual a veces hay que contratar una empresa para realizarlo.
- Siempre se va a necesitar un conversor óptico-eléctrico, ya que e casi imposible tener toda una red de fibra, haciendo el costo más caro.

### **2.14. Dispersión cromática.**

La Dispersión Cromática es la disminución espectral del pulso óptico a medida que se extiende a través de la fibra. Esta a su vez presenta un coeficiente de dispersión positivo; Esto significa que cuanto mayor son las longitudes, el tiempo de transito se incrementa deformando el pulso.

La sensibilidad a la dispersión se incrementa linealmente con la distancia y hace que se incremente cuadráticamente con la velocidad, eso quiere decir que cuando incrementemos la velocidad de bits desde 2.5 Gbps a 10 Gbps, la dispersión cromática se incrementa en un factor de 16, nuestras fibras standard están optimizada para poder transmitir a 1310 nm. donde la dispersión es mínima; pero transmitimos a 1550 nm, donde la atenuación es mínima, en este punto se genera una dispersión que va desde los 16-20 ps/nm-km. (Rodriguez A. , 2012)



**Figura 2. 7:** Dispersión cromática  
**Fuente:** (Rodríguez A., 2012)

La respuesta inicial de la industria a este problema de la dispersión cromática fue el desarrollo de la Fibra de dispersión desplazada que reduce la dispersión en la región de los 1550nm.

La dispersión cromática no era un problema en los primeros sistemas de transmisión por una variedad de razones:

Las velocidades de transmisión no eran lo suficiente rápida como para que los pulsos puedan extenderse lo suficiente para que interfieran con pulsos adyacentes.

La única longitud de onda de transmisión se localizó cerca de la longitud de onda de dispersión mínima que significativamente disminuyó la distorsión del pulso en una distancia dada.

Antes que la potencia de la señal óptica llegue por debajo de un nivel crítico, la señal atraviesa un regenerador. Aunque la función primaria del regenerador es de aumentar la potencia de la señal, también sincroniza y reformaba la señal original y elimina los efectos de dispersión cromática cada 60 o 70 km.

La dispersión cromática es el resultado combinado de dos efectos diferentes: la dispersión del material y la dispersión de guía de onda. En el vidrio de sílice, la velocidad de la luz (ó el índice refractivo) es dependiente de la longitud de onda de la señal. (Rodríguez A. , 2012)

La dispersión del material explica el ensanchamiento de un pulso óptico debido a las velocidades diferentes de las frecuencias ópticas que constituyen un pulso. La dispersión de guía de onda se refiere a las diferencias en la velocidad de la señal que dependen de la distribución de la potencia óptica sobre el núcleo y el cladding de la

fibra óptica. Conforme la frecuencia de la señal óptica disminuye, la mayoría de la señal óptica es transportada en el cladding que tiene un índice refractivo diferente que el núcleo de la fibra. (Optical, 2019)

#### **2.14.1. Dispersión Cromática en Fibras Monomodos standard**

Inicialmente en las fibras monomodo se usó una señal de 1310 nm, para estas fibras se tenía la longitud de onda de dispersión cero a 1310 nm. A esta longitud de onda la dispersión cromática se minimizaba.

En estas fibras, conocidas como fibras standard, la dispersión cromática aumenta gradualmente arriba de los 1310 hasta que alcance aproximadamente 17 ps/(nm-km) a los 1550 nm.

#### **2.14.2. Dispersión Cromática en Fibras de dispersión desplazada.**

El aumento en la dispersión era un problema para los proveedores de red de fibra que quisieron usar la atenuación baja de la ventana de los 1550 nm para la transmisión de gran velocidad en los tramos largos. La Fibra de dispersión desplazada (DSF) es un esfuerzo por perfeccionar esa longitud de onda para la transmisión de gran velocidad desplazando la longitud de onda de dispersión cero a los 1550 nm. DSF trabaja bien, con tal, que sólo una longitud de onda se transmita en la fibra. (Martinez, 2018)

Sin embargo, cuando se intentó usar en DSF la DWDM, los problemas se elevaron. Porque el índice refractivo es parcialmente dependiente de la intensidad de la señal, las longitudes de onda adyacentes con la misma fase pueden interactuar recíprocamente para producir señales espurias que disminuyen las potencias de las señales y producen ruido. Este fenómeno es conocido como la mezcla de cuatro ondas. En la ausencia de dispersión cromática, los canales ópticos con fases estrechamente cercanas pueden interactuar recíprocamente sobre distancias largas dentro de la fibra. (Martinez, 2018)

Para prevenir la mezcla de la cuarta onda, los fabricantes de fibra cambiaron la longitud de onda de dispersión cero fuera del rango de DWDM. Este cambio fue hecho para proporcionar una cantidad mínima de dispersión cromática en el rango de DWDM y reducir la longitud sobre la cual las longitudes de onda puedan entrar en fase y minimizar la mezcla de la cuarta onda. Sin embargo, cuando el rango de DWDM se continúa extendiendo, la longitud de onda de dispersión cero que ha mantenido una dispersión cromática suficiente para los primeros sistemas de DWDM llega a ser un problema en los nuevos. (Martinez, 2018)

## **2.15. Marco conceptual**

**Adaptador de red:** Adaptador de red: Dispositivo de hardware que se inserta en una estación de trabajo de una red y le permite comunicarse con otros elementos unidos a la red. El adaptador de red recibe y convierte señales entrantes de la red a la estación de trabajo y convierte y envía comunicaciones salientes a la red. (Rodriguez, 2016)

**Capa de red:** Proporciona direccionamiento lógico en la red. Encamina paquetes entre redes basándose en el direccionamiento lógico empleado la ruta que considera mejor. (Silvina, 2014)

**FAQ:** Frequently Asked Questions. Preguntas frecuentemente realizadas. Son documentos de Usenet en los que se recogen las respuestas a las preguntas más comunes de cada uno de los grupos. Dada la diversidad de temas tratados en las news, son muy útiles, no solo para moverse por la Red, sino para disponer de información detallada de casi cualquier tema. (Agná, 2017)

**LAN:** Son redes de corto alcance que trabajan en un sitio pequeño como una casa . (Soportes para pc, 2014)

**Dirección IP:** Es una dirección del tipo protocolo correspondiente a un ordenador dentro de una red local y que sirve para ingresar a la web. (Soportes para pc, 2014)

**HTTP:** Es el protocolo de carácter estándar que sirve para poder navegar en la red. (Soportes para pc, 2014)

## **2.16 Constitución del Ecuador**

Que, según el artículo 314 de la Constitución de la República, el Estado será responsable de la provisión de los servicios públicos, entre otros, el de telecomunicaciones y dispondrá que los precios y tarifas de estos servicios públicos sean equitativos, estableciendo su control y regulación. (Asamblea, 2015)

### **2.16.1 Ley de comercio electrónico.**

Las oportunidades referentes del comercio electrónico serán equiparadas a las de la red en:

- Presencia globalizada;
- Incremento de la competitividad y la calidad de servicios;
- Concordancia general de productos y servicios de forma personalizada;
- Cadenas rápidas para la adquisición del servicio.
- Respuesta adecuada para solucionar las necesidades que se presentan;
- Reducción de precios de servicios ofertados;
- Propuesta de nuevos negocios, ya sea de productos o servicios

Art. 9.- Protección de datos. - Para la elaboración, transferencia o utilización de bases de datos, obtenidas directa o indirectamente del uso o transmisión de mensajes de datos, se requerirá el consentimiento expreso del titular de éstos, quien podrá seleccionar la información a compartirse con terceros.

## CAPÍTULO 3

### ANÁLISIS DE DATOS.

#### **3.1 Metodología.**

En el presente capítulo se procederá a analizar cuáles son los supuestos, que hay que considerar para plantear un diseño de red CDN teniendo en cuenta la realidad del mercado ecuatoriano, proyectándose al futuro. (Utreras Venegas, 2015)

Se debe tener en consideración, que los estudios, son esencialmente cualitativas, esto a causa de que el boceto de la red en Ecuador toma en cuenta una realidad distinta a otros estados con tráfico de internet mucho más pesados, debido a que es más común su uso.

Es fundamental, recordar cual es el alcance que tiene el proyecto, con el único propósito de ejecutar un diseño que vaya en concordancia a lo que se había esbozado originalmente. En esencia, el alcance que tiene el presente proyecto atiende lo que es el diseño de una plataforma de CDN encima de la red de la compañía de telecomunicaciones, para quien desarrolla el diseño, tomando como referencia un análisis de mercado a efectuarse y a una metodología establecida. (Joshep, 2015)

Hay que tener en cuenta que esta plataforma tecnológica, sustentara todo tipo de contenido, dirigido a cualquier tipo de persona, que tenga acceso a internet, ya sea acceso de tipo móvil o fijo. Además, se deberá realizar un análisis económico, para determinar el precio de venta del servicio ofrecido.

#### **3.2 Análisis.**

Como se pudo comprobar en los primeros capítulos de la presente investigación, en los últimos diez años, los usuarios informáticos han aumentado drásticamente el consumo de megas de Internet, para de esta manera poder acceder a sitios en la web de cualquier clase, no sólo con el propósito de obtener información a través de la navegación en el internet sin mayor carga de contenido, sino que en la actualidad, dichos usuarios ingresan a sitios con contenido web altamente enriquecido

y donde gran parte de ese incremento se da por parte del contenido de vídeo de alta definición (HD), multimedia, streaming, etc.

Toda esta gran demanda de uso de contenido y las exigencias propias del video, han logrado que los usuarios reclamen una mejor y mayor calidad de servicio y un óptimo rendimiento de la red por medio de grandes y consistentes anchos de banda, hasta conseguir una baja latencia para todo el contenido que es entregado posteriormente a los usuarios.

La solución, que se presenta por el momento más viable y con visión y proyección a futuro, que fue planteada por parte de uno de los mayores proveedores de servicios de internet referente en el mercado local, fue el de satisfacer la calidad de la experiencia que tenga el usuario, por medio de la implementación de un correcto mecanismo de distribución de contenidos como es el CDN (Galvez Huerta, 2016)

De esta manera, el contenido que es originado desde la misma fuente, es servido una única vez hacia la CDN, luego del cual, este contenido será distribuido a los usuarios desde los edge servers, en lugar de que cada una de las solicitudes sea servida de manera individual desde el origin server del proveedor de contenidos (CP).

Hay que especificar, que la estructura de CDN brindara el soporte idóneo, para un proceso controlado de los datos, que es una función de tipo genérica del concepto de lo que se entiende por distribución de contenidos, pero a su vez, en los últimos años este servicio se ha convertido en crítico, exigente y necesario para el ámbito del negocio de casi todas las compañías que deseen innovar en la distribución de su información y que será el punto primordial de la presente investigación. (Galvez Huerta, 2016)

### **3.2.1 Beneficios de la implementación de Red CDN.**

Las CDNs de tipo tradicional, por lo general redirigen los clientes a los servidores de contenido que están ubicados geográficamente más cerca, pero no cuentan con técnicas estándar de balanceo de carga, por lo que constantemente padecen de sobrecarga en el edge server, en especial, cuando la popularidad del contenido local aumenta. Ya en lo referente a términos de una solución de entrega de

contenido CDN a través de un Networked Cloud Environment (NCE), el surrogate server se transforma simplemente en otro recurso válido dentro de la nube, mientras que los virtual servers (VS) se conectan con las rutas de comunicación intra o inter Cloud utilizados comúnmente para la distribución de contenidos. (Digital guide, 2017)

Por otro lado, en lo referente a términos de distribución de contenido, la redirección de la replicación se transforma en algo de suprema importancia con relación al coste del CDN.

### **3.2.2 Objetivos**

Los primordiales objetivos del CDN son:

- Brindar una gran escalabilidad y estabilidad del servicio por medio de una adecuada infraestructura en la nube.
- Disminuir el costo de la comunicación existente entre el edge server y el servicio de infraestructura en la nube.
- Facultar que el content service provider gestione y administre los contenidos con facilidad.
- Acomodar el sistema de tal forma que los contenidos más solicitados siempre estén ubicados lo más cerca posible, al alcance de los usuarios.

### **3.2.3 Retos de la implementación de CDN.**

Existen varias limitantes en lo que se refiere a las CDNs de tipo comercial, tales como los precios inmersos en todo el proceso. También hay que tener muy en cuenta los niveles referentes a la latencia de red, sobre todo desde el almacenamiento en la nube, para que el cliente pueda acceder al contenido que solicita. (Utreras Venegas, 2015)

Uretra manifiesta que uno de las principales limitantes al momento de implementar las redes CDN, son los precios en los que incurre, además del almacenamiento que este conlleva, para que el usuario pueda tener un fácil acceso al contenido que solicita.

### 3.2.4 Latencia de red

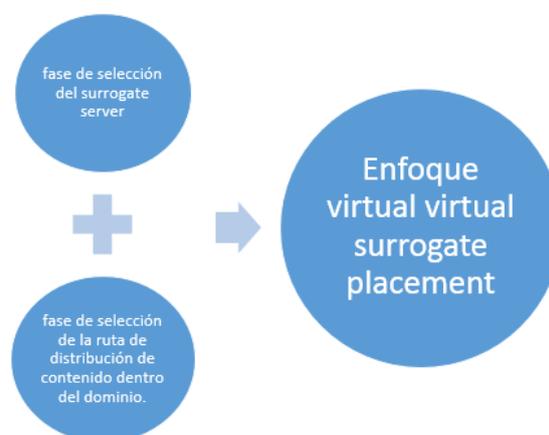
Dentro de lo que se refiere a la infraestructura CCDN, la funcionalidad de almacenamiento que se efectúa sobre la nube puede ser considerada como la funcionalidad que efectúa el origin server dentro la arquitectura CDN, con la diferencia que el cloud storage tiene una elevada capacidad para ofrecer disponibilidad de contenidos y es altamente tolerante a fallos. (Galvez Huerta S. D., 2016)

El adecuado número y ubicación de los surrogate en la nube son factores fundamentales para disminuir la latencia y reducir el tráfico de contenido, disminuyendo el tiempo de espera del usuario al momento de pedir un contenido a la red.

### 3.2.5 Replica placement.

El adecuado uso del mecanismo de replicación de contenidos, permite que este se encuentre lo más cerca posible del usuario, gracias a los repetidores que guardan una copia del contenido, para cuando el usuario las necesite. De esta manera se reduce sustancialmente el tiempo de espera.

Enfoques del mecanismo.



**Figura 3. 1:** Enfoque virtual surrogate placement

**Fuente:** Autor

Este primer mecanismo denominado Virtual surrogate placement, consta de dos fases la primera del escogimiento del surrogate placement y la segunda de la ruta, por donde se distribuye el contenido.



**Figura 3. 2:** Segundo enfoque  
**Fuente:** Autor

### 3.2.6 Balanceo de carga CDN.

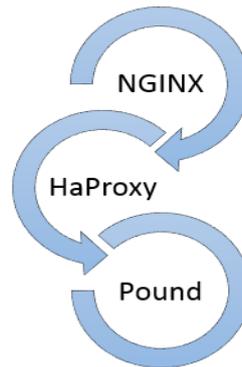
En los actuales momentos, los propietarios de contenido de tipo Web se encuentran frente a la necesidad de aumentar la velocidad de la transmisión debido a que cada vez son más las personas que acuden al internet para descargar información, para ellos relevante.

Por este motivo, se encuentra una gran variabilidad en la clase de contenido compartido, donde un sitio web normalmente está compuesto de una alta cantidad de texto enriquecido con tecnología web, gráficos, vídeos y animaciones; es por este motivo, que cada vez se hace más necesario la personalización de contenidos. (Akamai, 2016)

Debido al gran crecimiento aumento de la cantidad de usuarios y con el objetivo de conseguir un servicio escalable y confiable, la CDN debe tener en cuenta dos propiedades:

- load awareness y
- locality awareness.

Se podría describir algunos de los balanceadores de carga más populares:



**Figura 3. 3:** Balanceadores de carga  
**Fuente:** Autor

Tres son los principales balanceadores de carga en lo que se refiere a CDN como son los pound, Haproxy y HGINX.

### 3.2.7 Pound

Es un programa que cumple con varias funciones a más de ser un balanceador de carga, también se lo usa como servidor web y reverse proxy. Hay que recordar que este programa, puede ser usado gratis, aunque en sus inicios fue usado para distribuir la carga del contenido que se desarrollaba. (Digicert, 2019)

Pound requiere de los siguientes objetos para funcionar:



**Figura 3. 4:** Objetos del pounds  
**Fuente:** Autor

Todo esto debido a que es un programa multiusuario bastante complejo.  
(Digicert, 2019)

### **3.2.8 HAProxy**

Es uno de los balanceadores más útiles en sitios de gran tráfico y donde las personas se conectan simultáneamente y permite las aplicaciones TCP y HTTP. Es uno de los balanceadores más fáciles de instalar y presenta la ventaja de tener menos riesgos que los antes mencionados, pero hay que resaltar que para poder instalarlo es necesario efectuarlo de manera gratuita desde sus repositorios.

### **3.2.9 NGINX.**

Este es reconocido por su notable estabilidad, gran conjunto de características, una configuración simple y escaso consumo de recursos, debido a que efectúa el balanceo de carga por medio de diversas instancias de aplicación con ciertas modificaciones propietarias que las trae por defecto, lo cual optimiza su rendimiento, disminuye la latencia y garantiza una configuración resistente a fallos. (Servidores admin, 2017)

Una de las mayores ventajas de este balanceador es los pocos recursos que consume que utiliza, optimizando el rendimiento, además de bajar los índices de latencia.

Además, posee la funcionalidad de transformarse un servidor con características HTTP, reverse proxy veloz sin caché, servidor proxy IMAP/POP3, FastCGI, arquitectura modular, soporte SSL, etc. Fue elaborado por Igor Sysoev para el sitio web ruso Rambler.ru y su código fuente fue liberada tiempo después bajo una licencia de tipo BSD (Servidores admin, 2017)

En conclusión, un balanceador de carga fundamentalmente es presentado como un dispositivo de hardware o software que se coloca al frente de un conglomerado de servidores y que atiende una aplicación; su función primordial, es la de distribuir la

asignación o en todo caso balancear las solicitudes que llegan desde los clientes hacia los servidores a través del uso de alguno de los algoritmos antes indicados.

### **3.2.10 Tráfico On-Demand y Failover Automático**

La infraestructura proporciona un alto grado de disponibilidad, escalabilidad y un rendimiento óptimo para los usuarios, independientemente de donde este su ubicación, a través de la propagación y la aplicación de políticas en tiempo real, lo que le faculta a tener una reacción inmediata a las necesidades que presenta el mercado. (Galvez Huerta, 2016)

Ante la falla de un servidor, la respuesta DNS para ese servicio se sustituye por la atención de un servidor que está en modo standby hasta conseguir que el principal sea restaurado, logrando una mayor disponibilidad al disminuir las interrupciones costosas del servicio y mejorando la eficiencia en el área operativa.

### **3.2.11 Tráfico entre Servidores y Control de Tráfico (Geo-Based)**

Permite un mejor rendimiento y control de costos, optimizando la utilización de las inversiones actuales, utilizando un único CDN, múltiples CDNs o la combinación de CDNs y servidores virtuales alojados en datacenters. Ciertas condiciones y acciones se pueden combinar de cualquier manera para generar un conjunto de políticas y acciones muy poderosas para la gestión del tráfico. (Akamai, 2016)

Este consiente una óptima utilización de los recursos y faculta el uso de distintos medios como un solo CDN o varios o incluso la combinación de estos.

### **3.2.12 Control Avanzado e Informes**

Puede implementar una gestión basada en Web para la administración fácil del DNS. Con su sistema de gestión casi en tiempo real, se pueden generar informes avanzados, que proporcionan una visión sin precedentes sobre el tráfico de DNS y el de los clientes.

### **3.3 Alternativas Del Planteamiento General Y Estructura**

Como se habló durante el capítulo de CDN, en su esquema tradicional se involucra a los siguientes actores básicos: los usuarios finales, el proveedor de contenidos y el proveedor de CDN.

Los usuarios finales son los clientes que tienen acceso al contenido del sitio web de los proveedores de contenidos, estos proveedores a su vez son entidades que poseen o tienen licencia para vender contenidos que son almacenados inicialmente dentro de su origen server como activos del negocio. (EcuRed, 2016)

Por otro lado, el proveedor de CDN es el que despliega, mantiene y proporciona las instalaciones de infraestructura necesarias para una oportuna y confiable distribución del contenido, esencialmente consta de un conjunto de edge servers que entregan copias del contenido a los usuarios finales.

Los proveedores de servicio web, se encuentran ante el dilema de mejorar los servicios que se le brinda al usuario, logrando una óptima resolución de las imágenes y una reducción en el tiempo de espera de los contenidos.

#### **3.3.1 Determinación De Los Costos De Equipos**

De acuerdo a los equipos elegidos, se ha realizado la consulta de los precios de los mencionados equipos. (Utreras Venegas, 2015)

Dichos equipos son necesarios para el levantamiento de una red CDN básica con los equipos necesarios para la misma. Cabe recalcar que es la mejor opción para proveedores de información pero existen empresas que venden dicho servicio por suscripciones. Todo dependerá del presupuesto de la persona.

**Tabla 3.1 Precio de equipos**

Descripción de elemento	Proveedor	Unidad	C. Unitario	Total
<b>SWITCH S50N - FTOS - 48 puertos</b>	Force 10/DELL	2	\$2.448,00	\$4.896,00
<b>S50V- modulo con 2 puertos 10 GbE</b>	Force 10/DELL	2	\$1.008,00	\$2.016,00
<b>XFP para S50-01-GE-48T-V-XFP</b>				
<b>Módulo óptico 10GbE XFP LR</b>	Force 10/DELL	3	\$908,00	\$2.724,00
<b>SWITCH EX3200, 24 puertos</b>	Juniper	2	\$1.290,00	\$2.580,00
<b>10/100/1000BaseT + Fuente DC 190W</b>				
<b>Juniper Care CorePlus Support for</b>	Juniper	2	\$67,50	\$135,00
<b>EX 3200-24T</b>				
<b>Módulo, 4 puertos GBE SFP UPLINK</b>	Juniper	2	\$150,00	\$ 300,00
<b>Módulo SFP 1000BASE-LX, LC</b>	Juniper	2	\$300,00	\$ 600,00
<b>SERVIDOR SERVER DC, CDN APPLIANCE -</b>	Servers Direct	6	\$4.851,00	\$29.106,00
<b>SC826TQ710DCE562020T48GDT3</b>				
<b>FIREWALL CHECKPOINT,</b>	Checkpoint	2	\$525,00	\$1.050,00
<b>CABINET/RACK, 19"X6-15/16" RELAY RACK DC</b>				
<b>Checkpoint Mounting Shelf</b>	Checkpoint	2	\$75,00	\$150,00
<b>TOTAL</b>				\$43.557,00

Fuente: Autor

## **Equipos Necesarios**

En relación al cuadro anterior los equipos necesarios son:

### **Switches**

SWITCH GSLB: este switch será el que permita la característica de ruteo GSLB, y que sería prácticamente el núcleo de la CDN. Por lo tanto, se requiere que al menos su capacidad de escalabilidad cubra el crecimiento de CDN en el país. Debiendo tener las siguientes características;

- 48 puertos
- Soporte para módulos de 10 GbE
- Soporte para escalabilidad en cascada
- Soporte para Módulo SFP
- Fuente redundante

Se ha verificado que se tienen varios equipos en el mercado que pueden cumplir con estas especificaciones.

SWITCH DE SEGURIDAD DE ACCESO AL FIREWALL: Este equipo se encuentra en la frontera de la zona de seguridad, además de tener conexión con el switch GSLB. Este equipo tendrá las siguientes características

- 24 puertos
- Soporte módulos de 1 GbE
- Soporte Módulo SPF

Como en el caso anterior, priman las características de precio, adaptabilidad y compatibilidad.

### **Servidores**

Para el caso de los servidores, se han considerado entonces dos propuestas: los servidores de Super Micro ®, modelo SC826TQ710 y los servidores de DELL ®, de la serie PowerEdge™ C8000. Los servidores de Super Micro ® soportan 0.6 Gbps y los de DELL ® soportan 2 Gbps.

Aquí entra un criterio importante de diseño, el cual indica que por modularidad, y por control sobre la capacidad, se elegirán los servidores de Super Micro. Con este criterio entonces, dividiendo la capacidad máxima de inicio del proyecto más proyección de 50% a 3 años que sería de 3.5 Gbps entonces se determina que se requieren  $(3.5 \text{ Gbps}) / (0.6 \text{ Gbps/servidor})$ .

**Tabla 3.2 costos de interconexión**

RUBRO	COSTO (USD)
Interconexión mensual (2350 USD * 12 meses)	28200
1 Contratación Ing. Soporte (1300 USD * 12 meses)	15600
1 Contratación Ing. Producto (1800 USD * 12 meses)	21600
1 Contratación para Ventas (2000 USD * 12 meses)	24000
Costo uso de rack mensual (energía, UPS, ventilación, housing)	12000
(1000 USD * 12 meses)	
TOTAL (total mensual 8450 USD)	101400

Fuente: Autor

### 3.3.2 Estimación de los costos de venta de los servicios

Como en el país no existe el servicio de CDN, no se tienen referentes de un rango de precios el cual se puede ofrecer. Entonces, se debe tomar como referencia los precios que se tienen en otros países. Por ejemplo, puede ser un referente para el país el precio que se paga en USA por el servicio.

El precio que se cancela por Megabit de tráfico es de cinco dólares. Tomando en cuenta esta premisa, y considerando que los servicios en Estados Unidos son más baratos respecto de otros lugares en América al menos, se puede considerar que el servicio en Ecuador puede ofrecerse a un 26% más, esto es 6,30 USD por cada Megabit

de tráfico. Evidentemente, el valor podría variar dependiendo de la negociación que se realiza con el cliente. (Utreras Venegas, 2015)

### **3.3.3 Diferencias entre los distintos servidores.**

Los servidores dedicados son máquinas dispuestas para el servicio web que se ofrecen a los clientes bajo un contrato de alquiler en exclusiva. Cada cliente puede disfrutar del rendimiento de su servidor, que habitualmente se encuentra alojado en un centro de datos, sin depender del consumo de recursos de clientes ajenos. El servidor dedicado es un plan para clientes de webs profesionales que necesitan acceso total a su máquina y un pleno rendimiento de la misma por las características de su proyecto en Internet. (iweb, 2017)

Los servidores compartidos son, al igual que los servidores dedicados, máquinas desarrolladas para el servicio web, pero con la característica principal de que no su uso no se realiza en exclusivo por un cliente, sino por varios, de ahí el nombre de compartido. Se comparte el uso y rendimiento del servidor por lo que se abarata el coste. Un plan compartido es un plan ideal para empezar con una página web en la red. (iweb, 2017)

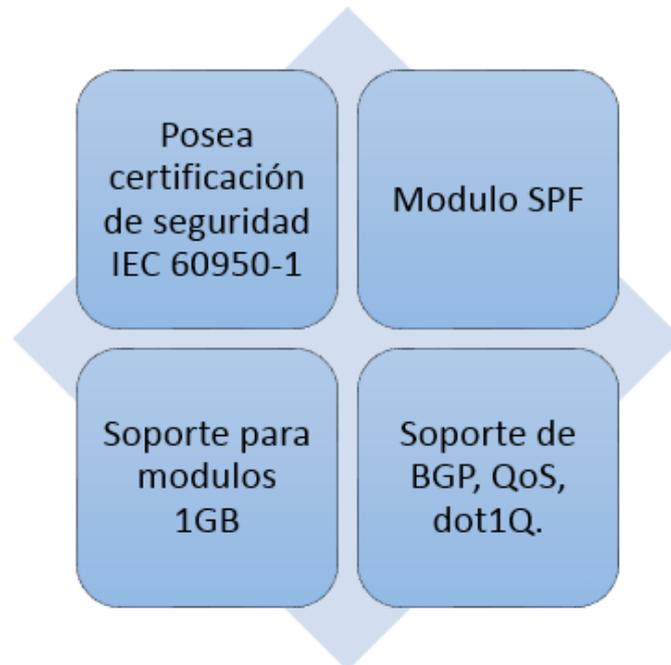
Un servidor virtual no es un objeto físico. Más bien, es creado por un software diseñado para imitar la función de un servidor dedicado. Se pueden alojar varios servidores virtuales en una sola máquina, compartiendo recursos de hardware. (iweb, 2017)

Cada servidor virtual tiene un software separado, un sistema operativo separado y un aprovisionamiento de reinicio separado. Los sistemas de seguridad y las contraseñas también se comportan como si estuvieran en un servidor dedicado. (iweb, 2017)

Por supuesto, la carga de trabajo de un servidor virtual puede afectar a otro en la misma máquina.

## Firewall

El firewall requerido debe cumplir con las siguientes especificaciones:



**Figura 3. 5:** Especificaciones del firewall  
**Fuente:** Autor

El equipo que se elige es el Checkpoint UTM-1 Edge N. Adicionalmente, su precio es muy atractivo.

## CAPITULO 4

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 Conclusiones

- Se ha establecido una red de distribución de contenidos para una empresa de telecomunicaciones, de acuerdo a los resultados obtenidos del estudio de mercado realizado en el capítulo 1; tales resultados indican que, si existe el mercado necesario para emprender el proyecto, y que el mismo puede producir valores de rentabilidad aceptables. Además, dicho estudio ha permitido determinar el estado del mercado para una CDN en el Ecuador y el diseño más óptimo para dicha red.
- Se concluye que, al ser una tecnología nueva en países en vías de desarrollo como el Ecuador, el tema de red de distribución de contenidos es una fuente de campos de investigación muy amplia para generar otros temas de titulación, entre los que se encuentran, por ejemplo, el desarrollo del software de manejo de CDN, el cual es celosamente guardado por empresas que al momento brindan este servicio.
- Además, las fuentes de información disponibles al momento carecen de una traducción al español, lo que da una idea de la novedad de la tecnología. Por lo cual este trabajo es un excelente referente para quienes quieran tener una idea de lo que es una CDN y cómo funciona.
- Se concluye que un servicio de CDN puede cambiar la estrategia de una empresa, al ver los valores de incremento de facturación que se pueden obtener en caso de que se tenga el servicio (hasta 7% más de facturación), lo que en el país puede ser muy atractivo para muchas empresas.
- De acuerdo a lo analizado, se ha determinado que el mercado de Latinoamérica coincide con 3 actividades principalmente respecto del uso de internet: estas actividades son las siguientes: Uso de redes sociales, chequeo de correo electrónico y lectura de noticias.
- En Ecuador, al no ser considerado un país donde se tienen empresas proveedoras de servicios de correo electrónico masivo global y peor aún, redes sociales masivas, la actividad de lectura de noticias es la que genera una alta

tasa de tráfico respecto de la navegación en el país.

- El ofrecimiento del servicio de CDN en el país puede en todo potenciar algunos servicios ya existentes, como por ejemplo servicios de videos bajo demanda, periódicos digitales, tele educación, entre otros, e impulsar servicios que al momento no se disponen, (ventas online, por ejemplo), logrando una mayor facturación para las empresas que contrataren el servicio, elevando su productividad y sus utilidades.
- Al ser una tecnología prácticamente desconocida en el país, y poco conocida a nivel mundial, es una gran oportunidad para una empresa el incursionar y ofrecer este servicio, con el fin de posicionarse en el mercado. Esto se pudo ver al analizar los posibles clientes, en el estudio de mercado, donde se comprobó que ninguno de los proveedores de telecomunicaciones en el país poseen una CDN.
- Este trabajo revela nuevos campos de investigación que pueden ser desarrollados con el fin de incursionar en el mundo de CDN para dar a conocer la tecnología en el país y su importancia a futuro. Estos campos, tienen que ver con hardware, software y manejo de los mismos. Principalmente el software puede ser un tema a desarrollarse pues es un tema que las empresas proveedoras de este servicio guardan celosamente.

## 4.2 Recomendaciones

- Se recomienda tener en cuenta el tema de CDN para el desarrollo de temas de estudio, pues es una tecnología que estará presente en un futuro cercano.
- Se recomienda impulsar los proyectos de CDN pues definitivamente Latinoamérica está muy atrasada en la mencionada tecnología.
- Se recomienda solicitar a estudiantes de pregrado de carreras financieras hacer proyectos o investigaciones de estudios de mercado en Ecuador, que tengan que ver con tecnología, navegación en internet, facturación de empresas, uso de prensa escrita y digital, medios de comunicación, entre otras, pues los datos existentes son escasos o nulos, y son investigaciones que podrían esclarecer muchos panoramas en diversas ramas, a nivel estudiantil y profesional.

## BIBLIOGRAFÍA

- Accens. (2015). *Sistema para mejorarla carga de tu web*. Obtenido de <https://www.acens.com/comunicacion/white-papers/cdn/>
- Acibeiro, M. (27 de abril de 2017). *Qué es el hosting web y para qué sirve*. Obtenido de <https://es.godaddy.com/blog/que-es-el-hosting-web-y-para-que-sirve/>
- Acuña Intriago, E. (2016). *Análisis de tecnologías de streaming: evaluación de protocolos y diseño de un caso de estudio*. Obtenido de [http://www.dit.upm.es/~posgrado/doc/TFM/TFMs2015-2016/TFM\\_Erika\\_del\\_Rocio\\_Intriago\\_Acuna\\_2016.pdf](http://www.dit.upm.es/~posgrado/doc/TFM/TFMs2015-2016/TFM_Erika_del_Rocio_Intriago_Acuna_2016.pdf)
- Agna, M. (2017). *TICS en la educacion*. Obtenido de <https://sites.google.com/site/marytzelagna/home/busquedad-veracidad-y-seguridad-de-la-informacion/conceptos-basicos-de-redes>
- Akamai. (2016). *Almacenamiento en cache*. Obtenido de <https://www.akamai.com/es/es/resources/web-caching.jsp>
- Asamblea. (2015). *Constitución del Ecuador*. Obtenido de <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/05/Ley-Org%C3%A1nica-de-Telecomunicaciones.pdf>
- Brand. (2017). *Diferencias entre página web estática y dinámica: ¿Cuál es mejor?* Obtenido de <https://brandmedia.es/diferencias-pagina-web-estatica-dinamica-mejor/>
- Catedu. (2017). *Naturaleza de la luz*. Obtenido de [http://educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/3000/3236/html/1\\_naturaleza\\_de\\_la\\_luz.html](http://educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/3000/3236/html/1_naturaleza_de_la_luz.html)

- Daniel. (2017). *CDN - CONTENIDOS*. Obtenido de <https://www.tlm.unavarra.es/~daniel/docencia/doctorado/2007-08/slides/Tema3-CDN.pdf>
- Digicert*. (2019). Obtenido de <https://www.digicert.com/es/ssl.htm>
- Digital guide*. (2017). Obtenido de <https://www.ionos.es/digitalguide/hosting/cuestiones-tecnicas/cdn-un-vistazo-a-las-redes-de-entrega-de-contenidos/>
- EcuRed*. (2016). Obtenido de <https://www.ecured.cu/Cliente-Servidor>
- Euskad. (2015). *Naturaleza De La Luz. Ondas Electromagnéticas*. Obtenido de <https://www.hiru.eus/es/fisica/naturaleza-de-la-luz-ondas-electromagneticas>
- Ferro, A. (2018). *Medida de la calidad de servicio en el acceso a Internet*. Obtenido de <https://www.coit.es/publicac/publbit/bit123/calidad4.html>
- Fibra optica*. (2016). Obtenido de <http://lafibraoptica Peru.com/la-dispersion-cromatica-en-la-fibra-optica/>
- Fisic. (2016). *Reflexión de la luz*. Obtenido de <https://www.fisic.ch/contenidos/optica/reflexi%C3%B3n-de-la-luz-y-espejos-planos/>
- Galvez Huerta. (2016). *Estado del arte*. Obtenido de <repositorio.puce.edu.ec/.../TESIS%20-%20Cloud-Oriented%20Content%20..>
- Galvez Huerta, S. D. (2016). *“Diseño de un nodo con tecnología cloud-oriented content delivery network, utilizando la integración con modelos de servicio de cloud computing, para el datacenter de un proveedor de servicios de contenido”*. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/11294/TESIS%20-%20Cloud-Oriented%20Content%20Delivery%20Network%20%28CCDN%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Intriago Acuña, E. (2016). *ANÁLISIS DE TECNOLOGÍAS DE STREAMING: EVALUACIÓN DE PROTOCOLOS Y DISEÑO DE UN*. Obtenido de [http://www.dit.upm.es/~posgrado/doc/TFM/TFMs2015-2016/TFM\\_Erika\\_del\\_Rocio\\_Intriago\\_Acuna\\_2016.pdf](http://www.dit.upm.es/~posgrado/doc/TFM/TFMs2015-2016/TFM_Erika_del_Rocio_Intriago_Acuna_2016.pdf)
- iweb*. (2017). Obtenido de <https://fr.iweb.com/es/blog/servidores-dedicados-y-servidores-virtuales>
- Joshep. (2015). *Proyecto*. Obtenido de [www.obs-edu.com/int/blog-project-management/tipos-de-proyectos/proyecto-definicion-de-su-alcance-con-la-tecnica-smart](http://www.obs-edu.com/int/blog-project-management/tipos-de-proyectos/proyecto-definicion-de-su-alcance-con-la-tecnica-smart)
- Lap. (2017). *CDN*. Obtenido de <https://www.lawebdelprogramador.com/diccionario/2565-CDN.html>
- Machado, S. (2015). *Topologías para la distribución de contenidos en redes de comunicación*. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/96255/TSMS1de1.pdf>
- Madeja. (2017). *Escalabilidad*. Obtenido de <http://www.juntadeandalucia.es/servicios/madeja/contenido/recurso/220>
- Mendoza Vaca, O. (2015). *ANÁLISIS DE REDES DE DISTRIBUCIÓN DE*. Obtenido de [http://www.dit.upm.es/~posgrado/doc/TFM/TFMs2014-2015/TFM\\_Osmar\\_Mendoza\\_Vaca\\_2015.pdf](http://www.dit.upm.es/~posgrado/doc/TFM/TFMs2014-2015/TFM_Osmar_Mendoza_Vaca_2015.pdf)
- Molina Moreno, B. (2013). *Estudio, análisis y desarrollo de una red de distribución de contenido y su algoritmo de redirección de usuarios para servicios web y streaming*. Obtenido de [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/31637/tesis\\_bmolina\\_v3.pdf?sequence=1](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/31637/tesis_bmolina_v3.pdf?sequence=1)
- Ochoa Brito, M. (2018). *Características de las Redes Definidas por Software (SDN) para su Implementación en el Ecuador*. Obtenido de

<http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/9748/1/T-UCSG-POS-MTEL-88.pdf>

Optical. (2019). *La dispersión cromática*. Obtenido de <http://lafibraoptica Peru.com>

Pazmiño Benavides. (2012). *Impacto de las redes sociales y el internet*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/.../Tesis%20Impacto%20de%20las%20Redes%20...>

Polo, M. E. (2018). *Recursos abiertos de información geográfica para investigación y documentación científica*. Obtenido de <http://redc.revistas.csic.es/index.php/redc/article/view/1020>

Rico, M. (2017). *Actualidad en cables y conexión electrónica*. Obtenido de <https://www.telecable.com>

Rodriguez. (2016). *Redes de computadoras*. Obtenido de [https://rodrigorodriguez.files.wordpress.com/2009/02/glosario\\_redes.pdf](https://rodrigorodriguez.files.wordpress.com/2009/02/glosario_redes.pdf)

Rodriguez, P. (14 de septiembre de 2011). *Content Delivery Network (CDN): Qué es, para qué sirve y por qué no rompe con la Neutralidad de la Red*. Obtenido de <https://www.xatakamovil.com/conectividad/cdn-que-es-para-que-sirve-y-por-que-no-rompe-con-la-neutralidad-de-la-red>

*Servidores admin*. (2017). Obtenido de <https://www.servidoresadmin.com/nginx/>

Silvina. (2014). *Planificación y administración de redes*. Obtenido de <https://solucioneasir.wordpress.com/2014/08/29/glosario-de-terminos-de-redes/>

*Soportes para pc*. (2014). Obtenido de <https://www.soporteparapc.com/2014/07/terminos-o-vocabulario-de-redes-e-internet.html>

Telpro. (2019). *Fibras mm*. Obtenido de <https://telpromadrid.eu>

Utreras Venegas, E. P. (2015). *Diseño de una red de distribución de contenido para una empresa de telecomunicaciones*. Obtenido de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/12420/1/T-ESPE-049698.pdf>

Veloso, C. (19 de marzo de 2018). *LEY DE SNELL – REFLEXION Y REFRACCION*.  
Obtenido de <https://www.electrontools.com/Home/WP/2018/03/19/ley-de-snell-reflexion-y-refraccion/>

WIKI, R. (2017). *Hay que tener en cuenta que las denominadas Red de Distribución de Contenido, son en sí un sistema de servidores distribuidos, estratégicamente en la red, que Red de Distribución de Contenidos*. Obtenido de [https://es.ryte.com/wiki/Red\\_de\\_Distribuci%C3%B3n\\_de\\_Contenidos](https://es.ryte.com/wiki/Red_de_Distribuci%C3%B3n_de_Contenidos)



Presidencia  
de la República  
del Ecuador



Plan Nacional  
de Ciencia, Tecnología,  
Innovación y Saberes



SENESCYT  
Secretaría Nacional de Educación Superior,  
Ciencia, Tecnología e Innovación

## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Guerrero Sánchez, Milton Daniel** con C.C: # 093136329-5 autor del Trabajo de Titulación: “**Análisis de las Redes de Distribución de Contenidos multimedia CDN en los Servicios Web**” previo a la obtención del título de **INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, a los 12 días del mes de septiembre del año 2019

f. \_\_\_\_\_

Nombre: Guerrero Sánchez, Milton Daniel

C.C 0931363295

## **REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

### **FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN**

<b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b>	Análisis de las Redes de Distribución de Contenidos multimedia CDN en los Servicios Web		
<b>AUTOR(ES)</b>	Guerrero Sánchez, Milton Daniel		
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b>	M. Sc. Luzmila Ruilova		
<b>INSTITUCIÓN:</b>	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
<b>FACULTAD:</b>	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
<b>CARRERA:</b>	Ingeniería en Telecomunicaciones		
<b>TÍTULO OBTENIDO:</b>	Ingeniería en Telecomunicaciones		
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	12 de septiembre de 2019	<b>No. DE PÁGINAS:</b>	59
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	Telecomunicaciones, sitios webs		
<b>PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:</b>	redes, servidores, distribución, latencia, streaming, tráfico, redireccionamiento, multimedia		
<p><b>RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):</b> En el presente trabajo de titulación se exponen las mejoras que se tienen desarrollando una CDN, red de distribución de contenidos sobre las diferentes plataformas que pueden ser usadas. Se decidió realizar este tema ya que no se encontró algún servicio en nuestro país que se dedique íntegramente a esto, por lo consiguiente, se quiso tener un precedente para futuras investigaciones de grado que se realicen. Teniendo en cuenta que la tecnología ha dejado de ser considerada como una opción, dentro del diario vivir de los seres humanos, tenemos altas expectativas como usuarios finales de cómo vaya a funcionar la correcta distribución de los diferentes contenidos que tenemos a nuestro alcance. La red de distribución de contenido es la mejora que se necesita para la alta demanda que el streaming, el almacenamiento de información y el tráfico de datos necesita para mantener el debido uso sobre la alta demanda que se tiene hoy en día. Para futuras investigaciones, se recomendó a estudiantes de pregrado de carreras financieras hacer proyectos o investigaciones de estudios de mercado en Ecuador, que tengan que ver con tecnología, navegación en internet, facturación de empresas, uso de prensa escrita y digital, medios de comunicación, entre otras, pues los datos existentes son escasos o nulos, y son investigaciones que podrían esclarecer muchos panoramas en diversas ramas, a nivel estudiantil y profesional.</p>			
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	SI	<input type="checkbox"/> NO
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>	<b>Teléfono:</b> +593991808500	<b>E-mail:</b> <a href="mailto:daniel_sanchez100@hotmail.com">daniel_sanchez100@hotmail.com</a>	
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN: COORDINADOR DEL PROCESO DE UTE</b>	<b>Nombre:</b> Palacios Meléndez Edwin Fernando		
	<b>Teléfono:</b> +593 96 836 6762		
	<b>E-mail:</b> <a href="mailto:edwin.palacios@cu.ucsg.edu.ec">edwin.palacios@cu.ucsg.edu.ec</a>		
<b>SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA</b>			
<b>Nº. DE REGISTRO (en base a datos):</b>			
<b>Nº. DE CLASIFICACIÓN:</b>			
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>			