

**PROPUESTA DE LA OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE  
ENCAMINAMIENTO DINÁMICO INTERNO EN UNA RED EMPRESARIAL A  
NIVEL BOGOTÁ**

CARLOS JOSUÉ TRIANA PEREIRA



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS  
INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES  
DIVISIÓN DE INGENIERÍAS  
BOGOTÁ D.C.

2016

**PROPUESTA DE LA OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE  
ENCAMINAMIENTO DINÁMICO INTERNO EN UNA RED EMPRESARIAL A  
NIVEL BOGOTÁ**

Monografía de Grado

CARLOS JOSUÉ TRIANA PEREIRA

Tutor de proyecto:

INGENIERO ANGEL FELIPE DÍAZ SÁNCHEZ, Ph.D.



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS  
INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES  
DIVISIÓN DE INGENIERÍAS  
BOGOTÁ D.C.

2016

## NOTA DE ACEPTACIÓN

---

---

---

---

FIRMA DEL JURADO

Bogotá, D.C. 2016

## CONTENIDO

	pág.
LISTA DE FIGURAS .....	5
LISTA DE TABLAS .....	8
INTRODUCCIÓN .....	9
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	10
2. JUSTIFICACIÓN.....	11
3. OBJETIVOS.....	12
3.1 OBJETIVO GENERAL .....	12
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	12
4. MARCO REFERENCIAL .....	13
4.1 PROTOCOLO OSPF .....	13
4.1.1 Tablas del encaminador.....	13
4.1.2 Áreas OSPF.....	14
4.1.3 Tipos de encaminadores.....	15
4.1.4 Métrica de OSPF .....	17
4.1.5 Tipos de paquetes en OSPF.....	17
4.1.6 Configuración básica OSPF.....	18
4.2 ÁREA STUB.....	19
4.2.1 Interfaces pasivas .....	19
4.2.2 Rutas por defecto .....	19
4.2.3 Área stub y totally stubby areas .....	20
4.2.4 Identificador de área .....	20
4.3 PROTOCOLO HSRP .....	21
5. DISEÑO METODOLÓGICO .....	22
5.1 Situación inicial de la red empresarial.....	22
5.1.1. Pruebas realizadas con la configuración inicial de la empresa .....	25
5.2. Propuesta para la optimización de la red empresarial.....	27
6. RESULTADOS .....	32
7. CONCLUSIONES .....	41
8. ANEXOS.....	43
9. BIBLIOGRAFÍA.....	53

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Tipos de áreas en OSPF. Fuente: CCNP ROUTE: Implementing IP Routing. Chapter 3: Configuring the Open Shortest Path First Protocol .....	15
<b>Figura 2.</b> Tipos de encaminadores en OSPF. Fuente: CCNP ROUTE: Implementing IP Routing. Chapter 3: Configuring the Open Shortest Path First Protocol.....	17
<b>Figura 3.</b> Configuración básica del protocolo OSPF en un encaminador CISCO .....	19
<b>Figura 4.</b> Configuración de área stub en un encaminador CISCO .....	20
<b>Figura 5.</b> Configuración básica del protocolo HSRP .....	21
<b>Figura 6.</b> Topología de la red de la empresa simulada en CISCO Packet Tracer .....	23
<b>Figura 7.</b> Encaminamiento del protocolo ospf en el encaminador del core .....	24
<b>Figura 8.</b> Encaminamiento del protocolo OSPF en un encaminador de una sede de la empresa .....	24
<b>Figura 9.</b> Tabla de encaminamiento del encaminador del core de la red .....	25
<b>Figura 10.</b> Tabla de encaminamiento del encaminador de la sede 4 de la empresa.....	26
<b>Figura 11.</b> Tiempo promedio en el cual se envían paquetes entre las diferentes sedes de la empresa.....	27
<b>Figura 12.</b> Configuración de las áreas ospf en el encaminador de la sede 1 ...	27
<b>Figura 13.</b> Configuración de las áreas ospf en el encaminador de la sede 10.	28

<b>Figura 14.</b> Configuración área stub en el encaminador de la sede 1 de la empresa.....	28
<b>Figura 15.</b> Configuración área stub en el encaminador de la sede 2 de la empresa.....	28
<b>Figura 16.</b> Configuración área stub en el encaminador de la sede 3 de la empresa.....	29
<b>Figura 17.</b> Configuración área stub en el encaminador de la sede 4 de la empresa.....	29
<b>Figura 18.</b> Configuración área stub en el encaminador de la sede 5 de la empresa.....	29
<b>Figura 19.</b> Configuración área stub en el encaminador de la sede 6 de la empresa.....	29
<b>Figura 20.</b> Configuración área stub en el encaminador de la sede 7 de la empresa.....	29
<b>Figura 21.</b> Configuración área stub en el encaminador de la sede 8 de la empresa.....	29
<b>Figura 22.</b> Configuración área stub en el encaminador de la sede 9 de la empresa.....	30
<b>Figura 23.</b> Configuración área stub en el encaminador de la sede 10 de la empresa.....	30
<b>Figura 24.</b> Configuración protocolo HSRP en el switch capa 3 del core .....	30
<b>Figura 25.</b> Configuración protocolo HSRP en el switch capa 3 principal del core .....	31
<b>Figura 26.</b> Tabla de encaminamiento del encaminador de la sede 1 después de configurar área stub .....	32

<b>Figura 27.</b> Tabla de encaminamiento del encaminador de la sede 2 después de configurar área stub .....	33
<b>Figura 28.</b> Tabla de encaminamiento del encaminador de la sede 3 después de configurar área stub .....	34
<b>Figura 29.</b> Tabla de encaminamiento del encaminador de la sede 4 después de configurar área stub .....	34
<b>Figura 30.</b> Tabla de encaminamiento del encaminador de la sede 5 después de configurar área stub .....	35
<b>Figura 31.</b> Tabla de encaminamiento del encaminador de la sede 6 después de configurar área stub .....	36
<b>Figura 32.</b> Tabla de encaminamiento del encaminador de la sede 7 después de configurar área stub .....	36
<b>Figura 33.</b> Tabla de encaminamiento del encaminador de la sede 8 después de configurar área stub .....	37
<b>Figura 34.</b> Tabla de encaminamiento del encaminador de la sede 9 después de configurar área stub .....	38
<b>Figura 35.</b> Tabla de encaminamiento del encaminador de la sede 10 después de configurar área stub .....	38
<b>Figura 36.</b> Tiempo promedio en el cual se envían paquetes entre las diferentes sedes de la empresa configurada la propuesta para la optimización de la red.	39

## LISTA DE TABLAS

**Tabla 1.** Direccionamiento IP del core de la red de la empresa .....23

**Tabla 2.** Direccionamiento IP de las diferentes sedes de la empresa .....**¡Error! Marcador no definido.**

**Tabla 3.** *Direccionamiento IP de los encaminadores de las sedes de la empresa* .....48

**Tabla 4.** Direccionamiento IP de las vlans de las sedes de la empresa .....52

**Tabla 5.** Resultados de la configuración realizada en la red empresarial..**¡Error! Marcador no definido.**

## INTRODUCCIÓN

El presente documento está orientado a la configuración que se hace a una red empresarial en Bogotá a través de una propuesta de simulación de sus equipos con el software CISCO Packet Tracer.

Esta empresa tiene configurado los encaminadores de las diferentes sedes de trabajo con el protocolo OSPF en la misma área, lo cual hace que el funcionamiento de dicha red no sea el adecuado debido estos equipos conocen la información de toda la topología de la red y también reciben las actualizaciones de las rutas de encaminamiento.

Por esta razón los objetivos planteados en este documento hacen referencia a realizar una optimización en el proceso de encaminamiento de la red empresarial por medio de la segmentación de áreas en las sedes de trabajo, la configuración de áreas stub y el protocolo HSRP en cada uno de los encaminadores de las distintas sedes de la empresa.

Este documento está estructurado en una parte teórica el cual se explica conceptos básicos que se tienen en cuenta para realizar lo estipulado en los objetivos, también una metodología utilizada para establecer la configuración que se realiza en la red empresarial y finalmente se muestra los resultados y conclusiones que se obtienen al realizar la simulación de la red empresarial.

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Colombia, las empresas del sector de las Telecomunicaciones han venido trabajando sus topologías de red con diferentes protocolos de encaminamiento.

Las empresas que tienen sus sedes de trabajo ubicadas en diferentes sitios del país utilizan el protocolo de encaminamiento OSPF aprovechando que su funcionamiento se basa en diseñar la red de manera jerárquica, segmentar la red por áreas y enviar actualizaciones cuando se produce un cambio en las áreas (Academy, 2007).

Sin embargo, la red empresarial que tiene sus distintas sedes en la ciudad de Bogotá tiene sus equipos funcionando todos en el área cero, es decir, el área principal. Lo cual hace que los encaminadores de cada sede reciban información de toda la topología de la red y también las actualizaciones de ruta de los demás equipos. Esto se traduce en tablas de encaminamiento robustas lo que potencialmente implica un funcionamiento más lento de la red debido al uso de los recursos que necesita cada encaminador para analizar las diferentes entradas registradas.

Para evitar que los encaminadores de las sedes de la red empresarial reciban información de toda la topología de la red y las actualizaciones se configuran áreas stub en cada uno de ellos. Un área stub consiste en configurar una ruta por defecto de salida en un encaminador y así evitar las actualizaciones en su tabla de encaminamiento. (Academy, 2007). Esto traerá beneficios a la red de la empresa gracias a que cada encaminador tendrá una ruta específica por la cual podrá enviar su tráfico hacia las demás sedes y así evitar la congestión de la red. Por esto para implementar una correcta solución al problema que tiene la empresa con las sedes en Bogotá se configurarán áreas stub.

Teniendo en cuenta esta situación previamente descrita, la pregunta que se aborda en este documento es: ¿Qué tipo de solución se puede implementar para optimizar el encaminamiento en una red empresarial?

## 2. JUSTIFICACIÓN

A medida que la empresa coloca todas sus sedes de trabajo por los diferentes sectores de Bogotá, la red se hace cada vez más compleja y robusta debido a los nuevos equipos que conforman dicha estructura de red.

Este proceso de optimización en la red empresarial se realiza porque todos los encaminadores están en la misma área de OSPF, lo cual hacen que sus tablas de encaminamiento sean robustas e implica un funcionamiento más lento de la red debido al uso de los recursos que necesita cada encaminador para analizar los diferentes trayectos de encaminamiento.

En el proyecto se busca una solución pertinente a la optimización en el proceso de encaminamiento de los equipos pertenecientes a la red empresarial, con eso cada encaminador recibirá solamente las actualizaciones de los encaminadores vecinos.

Esto traerá beneficios a la red empresarial gracias a que cada encaminador tendrá una ruta específica por la cual podrá enviar su tráfico hacia las demás sedes y así evitar la congestión de la red.

## **3. OBJETIVOS**

### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Optimizar el proceso de encaminamiento a través de la reducción de las tablas de los encaminadores que pertenecen a las diferentes sedes de la red empresarial en Bogotá.

### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Segmentar los encaminadores de cada sede de la empresa por diferentes áreas.
- Configurar áreas stub en cada sede de la red empresarial.
- Configurar el protocolo HSRP en los switches capa 3 de la red.
- Elegir en cada sede de la empresa un encaminador como principal y otro como backup
- Reducir las tablas de encaminamiento en cada sede de la red empresarial.

## 4. MARCO REFERENCIAL

En este capítulo se hará referencia al marco conceptual necesario con conceptos principales como OSPF, HSRP y áreas stub para así entender el respectivo desarrollo del proyecto planteado y también para dar una correcta solución a los objetivos determinados anteriormente.

### 4.1 PROTOCOLO OSPF

*Open Shortest Path First* (OSPF) es un protocolo de encaminamiento utilizado para redes IP, creado con el propósito de mejorar la capacidad de una red que utilizará el protocolo RIP el cual funcionaba hasta máximo 15 encaminadores y después no reconocía ningún otro encaminador en su red. OSPF está diseñado en dos versiones, la versión dos identificada OSPFv2 el cual es implementada para IPv4, y la versión tres identificada OSPFv3 utilizada para IPv6. (Academy, 2007).

Algunas características que se puede encontrar en este protocolo son: Su rápida convergencia, es compatible con VLSM, diseñado para grandes redes, escoge la mejor ruta para su respectivo encaminamiento, es un protocolo que trabaja por medio de áreas lo cual hace más fácil el funcionamiento de la red. (Academy, 2007).

#### 4.1.1 Tablas del encaminador

En un encaminador configurado con el protocolo OSPF se puede encontrar diferentes tablas, dentro de las cuales se puede mencionar la tabla de vecinos, la tabla de topología y la tabla de encaminamiento.

- **Tabla de vecinos:** En esta tabla están todos los encaminadores vecinos conectados específicamente a un encaminador en el cual se pueden comunicar. Este tipo de tablas es única para cada encaminador y puede ser vista a través del comando *show ip ospf neighbor*. (Academy, 2007)
- **Tabla de topología:** Este tipo de tabla muestra toda la información de los demás encaminadores que están conectados dentro de la misma red, así como la topología de la red, para observar esta tabla se utiliza el comando *show ip ospf database*. (Academy, 2007).
- **Tabla de encaminamiento:** Esta tabla es generada cuando un algoritmo de estado de enlace es corrido en un encaminador, cada tabla de encaminamiento es única y contiene información de cómo y hacia donde enviar mensajes a otros encaminadores. El comando utilizado en este caso para observar esta tabla es *show ip route*. (Academy, 2007).

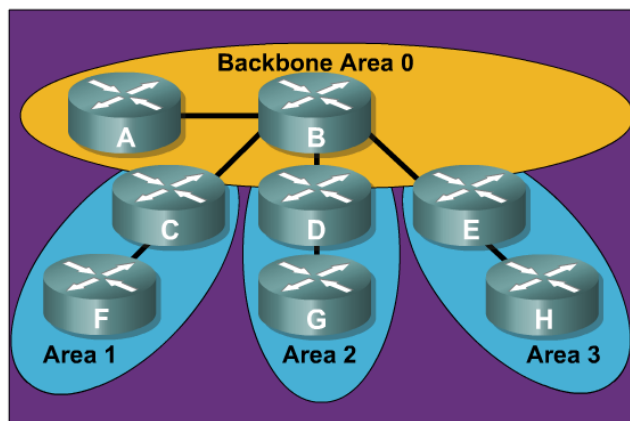
#### 4.1.2 Áreas OSPF

El protocolo OSPF trabaja por medio de áreas para hacer el proceso de encaminamiento más sencillo y a su vez reducir los requisitos de la memoria. Las características que presenta las áreas ospf son: reducir las entradas en la tabla de encaminamiento, advertir cualquier cambio dentro de un área y diseñar la red de manera jerárquica. (Academy, 2007).

Las áreas de OSPF se puede dividir en dos, la primera es el área backbone o también llamada el área 0, la segunda son las áreas regulares.

- **Área Backbone:** Como se mencionaba anteriormente esta área es el área cero (0) de la red, es decir, es el core de la red, el área principal en donde las demás áreas de la red se dividen. En la figura 1 se puede observar este tipo de área.

- **Áreas Regulares:** La principal característica de estas áreas es que tiene que estar conectados al área backbone de la red, estas áreas se pueden configurar además como áreas stub, totally stubby areas y Not-so-stubby-areas (NSSAs). (Academy, 2007). En la figura 1 se puede observar las áreas regulares de la red.



*Figura 1. Tipos de áreas en OSPF. Fuente: CCNP ROUTE: Implementing IP Routing. Chapter 3: Configuring the Open Shortest Path First Protocol*

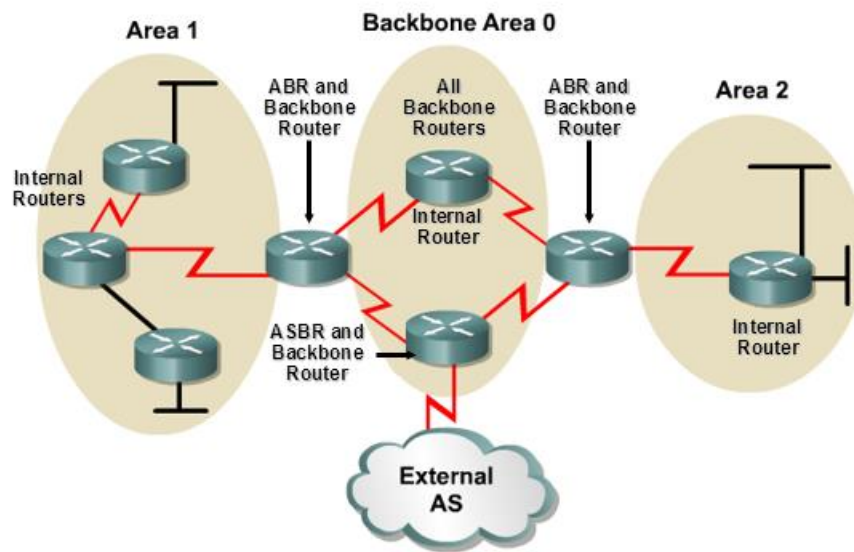
Según la academia Cisco que es uno de los principales fabricantes de equipos de Telecomunicaciones, recomiendan para un óptimo desempeño en la red un máximo de 50 encaminadores por área y también que un encaminador no debe estar funcionando en más de 3 áreas. (Academy, 2007).

### 4.1.3 Tipos de encaminadores

Cuando se establece el protocolo OSPF en una red, se puede encontrar varios tipos de encaminadores, denominados los Encaminadores internos, los Backbone encaminadores, los Encaminadores de borde de área (ABR) y los Encaminadores límites de sistemas autónomos (ASBR), aunque un encaminador puede pertenecer a varios tipos de encaminadores. (Academy, 2007).

- **Encaminador interno:** Son aquellos encaminadores donde todas sus interfaces están dentro de la misma área, es decir, que tienen una misma base de datos de estado de enlace (LSDB). (Academy, 2007).
- **Backbone Encaminador:** Son los encaminadores que se encuentran en el área backbone de la red, es decir, estos encaminadores pertenecen al área 0 de la red. (Academy, 2007).
- **Encaminador de Borde de Área (ABR):** Estos encaminadores tienen sus interfaces en diferentes áreas. Este tipo de encaminadores se encargan de establecer una conexión con las demás áreas de la red, tener una base de datos de estado de enlace (LSDB) independiente para cada área, enrutar el tráfico hacia las demás áreas. Un área puede tener uno o varios encaminadores de borde de área (ABR). (Academy, 2007).
- **Encaminadores Límites de Sistemas Autónomos (ASBR):** En este tipo de encaminadores una o varias de sus interfaces están conectadas a un sistema autónomo diferente, en estos encaminadores se realiza la redistribución de rutas en donde dos sistemas autónomos diferentes se pueden conectar configurados con protocolos diferentes. (Academy, 2007).

En la figura 2 se muestra los tipos de encaminadores que se explicaron anteriormente y que se encuentran en la red de OSPF.



**Figura 2.** Tipos de encaminadores en OSPF. Fuente: CCNP ROUTE: Implementing IP Routing. Chapter 3: Configuring the Open Shortest Path First Protocol

#### 4.1.4 Métrica de OSPF

La métrica en OSPF se basa en el costo. El costo es un valor que se utiliza para enviar paquetes a través de las interfaces. El costo en una interfaz es inversamente proporcional al ancho de banda de esta interfaz, es decir, que a mayor costo menor va ser el ancho de banda y a menor costo mayor va ser el ancho de banda (Academy, 2007).

#### 4.1.5 Tipos de paquetes en OSPF

Los paquetes en OSPF son implementados principalmente para: descubrir adyacencia con los encaminadores vecinos y para identificar la ruta más corta al alcanzar a los demás encaminadores. Existen 5 tipos de paquetes los cuales son: Hello, DBD, LSR, LSU y LSAck.

- **Hello:** Este paquete descubre los encaminadores vecinos que están conectados directamente estableciendo los parámetros por los cuales ambos encaminadores deben coincidir y así tener una adyacencia permanente (Academy, 2007).
- **Paquete Database Description (DBD):** Este tipo de paquete tiene una lista de la base de datos de estado de enlace (LSDB) del encaminador emisor. Estos paquetes sirven para verificar la recepción de datos de los demás encaminadores de la red. (Academy, 2007).
- **Paquete Link State Request (LSR):** Este paquete es utilizado por los encaminadores para solicitar información acerca de las entradas en el Database Description (DBD). (Academy, 2007).
- **Paquete Link State Update (LSU):** Este paquete es utilizado para las actualizaciones de encaminamiento (Academy, 2007).
- **Paquete Link State Acknowledgement (LSAck):** Este tipo de paquete es enviado para confirmar la recepción de un paquete Link state Update (LSU). (Academy, 2007).

#### 4.1.6 Configuración básica OSPF

La configuración básica de una red con el protocolo de encaminamiento OSPF debe tener los siguientes ítems. Un número decimal identificador de proceso que se encuentre en el rango de 1-65535, la dirección IP de la red que está conectada a las diferentes interfaces del encaminador, la máscara *wildcard*, que es una máscara inversa a la máscara tradicional de la red y el número identificador del área donde se encuentre la dirección.

En la figura 3 se puede ver la configuración básica de una red OSPF.

```
Router(config)#router ospf 1
Router(config-router)#net
Router(config-router)#network 192.168.19.0 0.0.0.255 area 1
Router(config-router)#ex
```

*Figura 3. Configuración básica del protocolo OSPF en un encaminador CISCO*

## 4.2 ÁREA STUB

Para explicar el concepto de área stub en OSPF, es necesario tener algunos conceptos claros como lo son las interfaces pasivas y las rutas por defecto.

### 4.2.1 Interfaces pasivas

Es una interfaz que se configura en el encaminador para no recibir actualizaciones de las diferentes rutas de la red, es decir, por esta interfaz no se podrá enviar ni recibir información de encaminamiento en un sistema autónomo de OSPF.

### 4.2.2 Rutas por defecto

Es una ruta específica que se le configura al encaminador por medio del comando *default-information originate* para que sea propagada en el dominio de OSPF. (Academy, 2007).

### 4.2.3 Área stub y totally stubby areas

Un área stub o totally stubby areas (esta última área propiedad de cisco) están definidas como el área que se configura en todos los encaminadores de un área para que esta no pueda recibir información de encaminadores externos al sistema autónomo o de otras áreas internas del sistema autónomo. Todos los encaminadores pertenecientes a este tipo de área se configuran con un identificador de área denominado *área -id*. Si esta área necesita enviar información hacia otros encaminadores externos, entonces se configura una ruta por defecto denominada *0.0.0.0*. (Academy, 2007).

Las características principales que presenta esta área son: El área configurada sea diferente al área backbone de la red, es decir, que sea un área regular, que haya un encaminador como mínimo para la salida hacia las otras áreas externas de la red y que no exista un encaminador ASBR dentro del área (CISCO, 2005).

### 4.2.4 Identificador de área

Este tipo de identificador se utiliza para configurar un área stub, para ello se utiliza el comando *area-id*. Este parámetro es un identificador que puede ser un número entero, un número decimal o una dirección IP. (Academy, 2007).

En la figura 4 se observa la configuración de área stub en un encaminador CISCO. Para esto se configura previamente la red conectada al encaminador con el protocolo OSPF.

```
Router(config)#router ospf 1
Router(config-router)#net
Router(config-router)#network 192.168.19.0 0.0.0.255 area 1
Router(config-router)#area 10 st
Router(config-router)#area 10 stub
```

**Figura 4.** Configuración de área stub en un encaminador CISCO

### 4.3 PROTOCOLO HSRP

*Hot Standby Router Protocol* (HSRP) es un protocolo de Cisco que es utilizado para implementar rutas de redundancia en redes locales LAN a través de una dirección IP como Gateway por defecto.

El protocolo HSRP es configurado en las interfaces de los equipos capa 3 con una IP compartida de tal manera que los host de la red no dependan de un solo encaminador para salir hacia otras redes si no que tengan más encaminadores disponibles para salir a dichas redes. En este tipo de protocolo se configura un encaminador como activo y otro como standby. El encaminador activo es el principal, encargado de conectar a los host hacia afuera de la red. El encaminador standby se utiliza como backup, para apoyar al encaminador activo en caso de fallas. (CISCO,2009).

La configuración básica de este protocolo se realiza como lo muestra la figura 5 a continuación.

```
Switch(config-if)#ip address 192.168.20.2 255.255.255.0
Switch(config-if)#st
Switch(config-if)#standby 10 ip 192.168.20.3
Switch(config-if)#st
Switch(config-if)#standby 10 priority 110
Switch(config-if)#standby 0 preempt
```

**Figura 5.** Configuración básica del protocolo HSRP

## 5. DISEÑO METODOLÓGICO

La realización de este proyecto se lleva a cabo con la simulación de la red de la empresa que consta de 50 sedes en la ciudad de Bogotá. A través del software de *CISCO packet Tracer* se simula 10 sedes de la empresa, pero se tiene en cuenta el respectivo direccionamiento de las 50 sedes que se hace referencia en este documento.

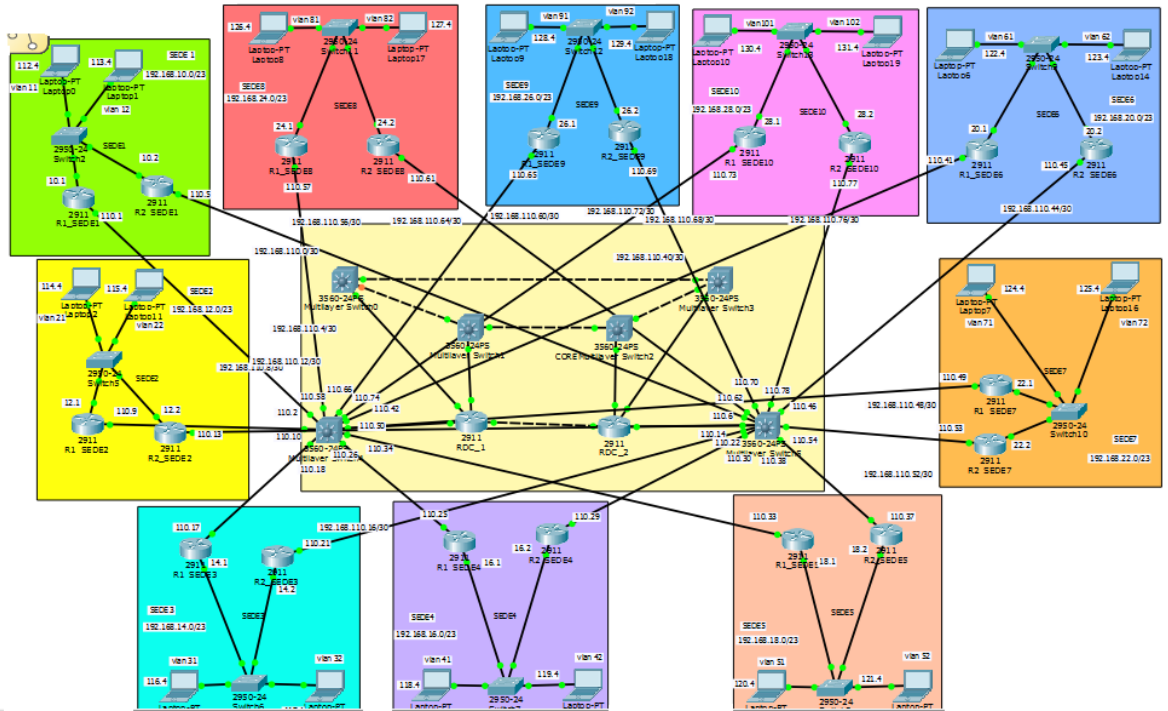
En esta sección la metodología se divide en dos partes, la primera parte es la situación inicial de la red empresarial donde todos sus equipos se encuentran configurados en el área cero.

La segunda parte es la propuesta de solución de esta red por medio de las siguientes implementaciones:

1. la segmentación por área de ospf en cada sede de trabajo, para que cada sede sea independiente del área principal.
2. Configuración de las áreas stub establecidas en cada encaminador de la sede, para tener una ruta por defecto en donde los equipos de la sede puedan enviar o recibir paquetes desde el exterior de la red.
3. Configuración del protocolo HSRP, para determinar un encaminador como principal y otro como backup.

### 5.1 Situación inicial de la red empresarial

Para la simulación de la empresa se tiene la siguiente topología como lo ilustra la figura 6. En esta red se establece como dirección IP del core la red la *192.168.9.0/30* y la dirección IP para las respectivas sedes la *192.168.10.0/23*.



**Figura 6.** Topología de la red de la empresa simulada en CISCO Packet Tracer

En esta red, el core está con la IP  $192.168.9.0/30$  el cual tiene su respectivo plan de direccionamiento como lo ilustra la tabla 1. Al igual, para las respectivas sedes se tiene el plan de direccionamiento a partir de la IP  $192.168.10.0/23$  teniendo en cuenta una capacidad máxima de 500 host por sede como lo evidencia la tabla 2 (Ver anexos). Así mismo, la tabla 3 (Ver anexos) muestra la dirección IP de los encaminadores de las sedes con IP  $192.168.110.0/30$ .

ZONA	RANGO IP	MASCARA
SW4-RDC1	192.168.9.0-192.168.9.3	255.255.255.252
SW1-RDC1	192.168.9.4-192.168.9.7	255.255.255.252
RDC1-RDC2	192.168.9.8-192.168.9.11	255.255.255.252
SW2-RDC2	192.168.9.12-192.168.9.15	255.255.255.252
SW5-RDC2	192.168.9.16-192.168.9.19	255.255.255.252

**Tabla 1.** Direccionamiento IP del core de la red de la empresa

En cada sede de la empresa están configuradas 2 vlans de trabajo a partir de la dirección IP 192.168.112.0/24, una correspondiente para voz y otra correspondiente para datos, para cada vlan se tiene una capacidad máxima de 250 host como hace referencia la tabla 4 (Ver anexos).

El protocolo de encaminamiento para los equipos que están en la red es el OSPF todos configurados en el área 0, como lo muestra la figura 7 correspondiente a un encaminador del core y la figura 8 correspondiente a un encaminador de una sede de trabajo.

```
IOS Command Line Interface
!
router ospf 1
log-adjacency-changes
network 192.168.110.0 0.0.0.3 area 0
network 192.168.9.0 0.0.0.3 area 0
network 192.168.110.8 0.0.0.3 area 0
network 192.168.110.16 0.0.0.3 area 0
network 192.168.110.24 0.0.0.3 area 0
network 192.168.110.32 0.0.0.3 area 0
network 192.168.110.40 0.0.0.3 area 0
network 192.168.110.48 0.0.0.3 area 0
network 192.168.110.56 0.0.0.3 area 0
network 192.168.110.64 0.0.0.3 area 0
network 192.168.110.72 0.0.0.3 area 0
!
```

Figura 7. Encaminamiento del protocolo ospf en el encaminador del core

```
IOS Command Line Interface
!
router ospf 1
log-adjacency-changes
network 192.168.16.0 0.0.1.255 area 0
network 192.168.110.24 0.0.0.3 area 0
network 192.168.118.0 0.0.0.255 area 0
network 192.168.119.0 0.0.0.255 area 0
!
```

Figura 8. Encaminamiento del protocolo OSPF en un encaminador de una sede de la empresa

### 5.1.1. Pruebas realizadas con la configuración inicial de la empresa

Las tablas de encaminamiento de los equipos del core y de las sedes son muy largas debido a las entradas que tienen conectadas en la red, por las rutas que aprenden por medio del protocolo OSPF y también porque todos sus encaminadores están configurados en la misma área, es decir, en el área 0. En la figura 9 por ejemplo está la tabla de encaminamiento de un encaminador del core y en la figura 10 está la tabla de encaminamiento de la sede 4 de la empresa.

En ambos encaminadores se aprecia 60 rutas diferentes dentro de las más de 100 rutas existentes, entre las cuales están las conectadas directamente y las aprendidas por OSPF.

```
192.168.9.0/30 is subnetted, 5 subnets
C    192.168.9.0 is directly connected, FastEthernet0/11
O    192.168.9.4 [110/2] via 192.168.9.1, 00:00:19, FastEthernet0/11
O    192.168.9.8 [110/2] via 192.168.9.1, 00:00:19, FastEthernet0/11
O    192.168.9.12 [110/3] via 192.168.9.1, 00:00:19, FastEthernet0/11
O    192.168.9.16 [110/3] via 192.168.9.1, 00:00:19, FastEthernet0/11
O    192.168.10.0/23 [110/2] via 192.168.110.1, 00:00:19, FastEthernet0/1
O    192.168.12.0/23 [110/2] via 192.168.110.9, 00:00:19, FastEthernet0/2
O    192.168.14.0/23 [110/2] via 192.168.110.17, 00:00:19, FastEthernet0/3
O    192.168.16.0/23 [110/2] via 192.168.110.25, 00:00:19, FastEthernet0/4
O    192.168.18.0/23 [110/2] via 192.168.110.33, 00:00:19, FastEthernet0/5
O    192.168.20.0/23 [110/2] via 192.168.110.41, 00:00:19, FastEthernet0/6
O    192.168.22.0/23 [110/2] via 192.168.110.49, 00:00:19, FastEthernet0/7
O    192.168.24.0/23 [110/5] via 192.168.110.1, 00:00:19, FastEthernet0/1
    [110/5] via 192.168.110.9, 00:00:19, FastEthernet0/2
    [110/5] via 192.168.110.17, 00:00:19, FastEthernet0/3
    [110/5] via 192.168.110.25, 00:00:19, FastEthernet0/4
    [110/5] via 192.168.110.33, 00:00:19, FastEthernet0/5
    [110/5] via 192.168.110.41, 00:00:19, FastEthernet0/6
    [110/5] via 192.168.110.49, 00:00:19, FastEthernet0/7
    [110/5] via 192.168.110.65, 00:00:19, FastEthernet0/9
    [110/5] via 192.168.110.73, 00:00:19, FastEthernet0/10
    [110/5] via 192.168.9.1, 00:00:19, FastEthernet0/11
O    192.168.26.0/23 [110/2] via 192.168.110.65, 00:00:19, FastEthernet0/9
O    192.168.28.0/23 [110/2] via 192.168.110.73, 00:00:19, FastEthernet0/10
192.168.110.0/30 is subnetted, 20 subnets
C    192.168.110.0 is directly connected, FastEthernet0/1
O    192.168.110.4 [110/3] via 192.168.110.1, 00:00:19, FastEthernet0/1
O    192.168.110.8 is directly connected, FastEthernet0/2
O    192.168.110.12 [110/3] via 192.168.110.9, 00:00:19, FastEthernet0/2
C    192.168.110.16 is directly connected, FastEthernet0/3
O    192.168.110.20 [110/3] via 192.168.110.17, 00:00:19, FastEthernet0/3
O    192.168.110.24 is directly connected, FastEthernet0/4
O    192.168.110.28 [110/3] via 192.168.110.25, 00:00:19, FastEthernet0/4
C    192.168.110.32 is directly connected, FastEthernet0/5
O    192.168.110.36 [110/3] via 192.168.110.33, 00:00:19, FastEthernet0/5
O    192.168.110.40 is directly connected, FastEthernet0/6
O    192.168.110.44 [110/3] via 192.168.110.41, 00:00:19, FastEthernet0/6
```

Figura 9. Tabla de encaminamiento del encaminador del core de la red

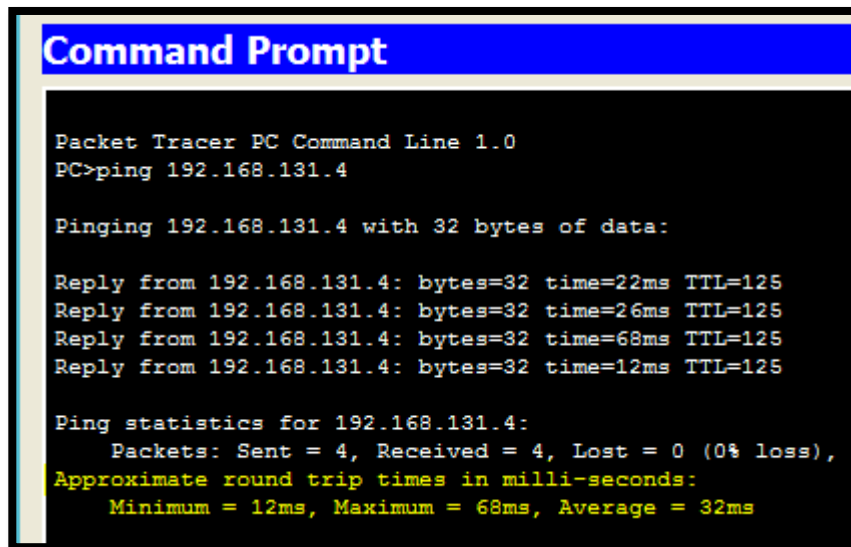
```

192.168.9.0/30 is subnetted, 5 subnets
O   192.168.9.0/30 [110/2] via 192.168.110.26, 00:01:23, GigabitEthernet0/1
O   192.168.9.4/30 [110/3] via 192.168.110.26, 00:01:10, GigabitEthernet0/1
O   192.168.9.8/30 [110/3] via 192.168.110.26, 00:01:10, GigabitEthernet0/1
O   192.168.9.12/30 [110/4] via 192.168.118.3, 00:01:10, GigabitEthernet0/0.41
    [110/4] via 192.168.119.3, 00:01:10, GigabitEthernet0/0.42
    [110/4] via 192.168.110.26, 00:01:10, GigabitEthernet0/1
O   192.168.9.16/30 [110/3] via 192.168.118.3, 00:01:23, GigabitEthernet0/0.41
    [110/3] via 192.168.119.3, 00:01:23, GigabitEthernet0/0.42
O   192.168.10.0/23 [110/3] via 192.168.110.26, 00:01:23, GigabitEthernet0/1
O   192.168.12.0/23 [110/3] via 192.168.110.26, 00:01:23, GigabitEthernet0/1
O   192.168.14.0/23 [110/3] via 192.168.110.26, 00:01:23, GigabitEthernet0/1
C   192.168.16.0/23 is directly connected, GigabitEthernet0/0
192.168.16.0/32 is subnetted, 1 subnets
L   192.168.16.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
O   192.168.18.0/23 [110/3] via 192.168.110.26, 00:01:23, GigabitEthernet0/1
O   192.168.20.0/23 [110/3] via 192.168.110.26, 00:01:23, GigabitEthernet0/1
O   192.168.22.0/23 [110/3] via 192.168.110.26, 00:01:23, GigabitEthernet0/1
O   192.168.24.0/23 [110/4] via 192.168.118.3, 00:01:23, GigabitEthernet0/0.41
    [110/4] via 192.168.119.3, 00:01:23, GigabitEthernet0/0.42
O   192.168.26.0/23 [110/3] via 192.168.110.26, 00:01:23, GigabitEthernet0/1
O   192.168.28.0/23 [110/3] via 192.168.110.26, 00:01:23, GigabitEthernet0/1
192.168.110.0/24 is variably subnetted, 21 subnets, 2 masks
O   192.168.110.0/30 [110/2] via 192.168.110.26, 00:01:23, GigabitEthernet0/1
O   192.168.110.4/30 [110/3] via 192.168.118.3, 00:01:23, GigabitEthernet0/0.41
    [110/3] via 192.168.119.3, 00:01:23, GigabitEthernet0/0.42
O   192.168.110.8/30 [110/2] via 192.168.110.26, 00:01:23, GigabitEthernet0/1
O   192.168.110.12/30 [110/3] via 192.168.118.3, 00:01:23, GigabitEthernet0/0.41
    [110/3] via 192.168.119.3, 00:01:23, GigabitEthernet0/0.42
O   192.168.110.16/30 [110/2] via 192.168.110.26, 00:01:23, GigabitEthernet0/1
O   192.168.110.20/30 [110/3] via 192.168.118.3, 00:01:23, GigabitEthernet0/0.41
    [110/3] via 192.168.119.3, 00:01:23, GigabitEthernet0/0.42
C   192.168.110.24/30 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L   192.168.110.25/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1
O   192.168.110.28/30 [110/2] via 192.168.118.3, 00:01:23, GigabitEthernet0/0.41
    [110/2] via 192.168.119.3, 00:01:23, GigabitEthernet0/0.42
O   192.168.110.32/30 [110/2] via 192.168.110.26, 00:01:23, GigabitEthernet0/1
O   192.168.110.36/30 [110/3] via 192.168.118.3, 00:01:23, GigabitEthernet0/0.41

```

*Figura 10. Tabla de encaminamiento del encaminador de la sede 4 de la empresa*

Por otro lado, al realizar la prueba de cuanto tiempo se demora el envío de paquetes entre las distintas sedes de la empresa se estableció que en promedio se necesita 32ms como hace referencia la figura 11.



```
Command Prompt

Packet Tracer PC Command Line 1.0
PC>ping 192.168.131.4

Pinging 192.168.131.4 with 32 bytes of data:

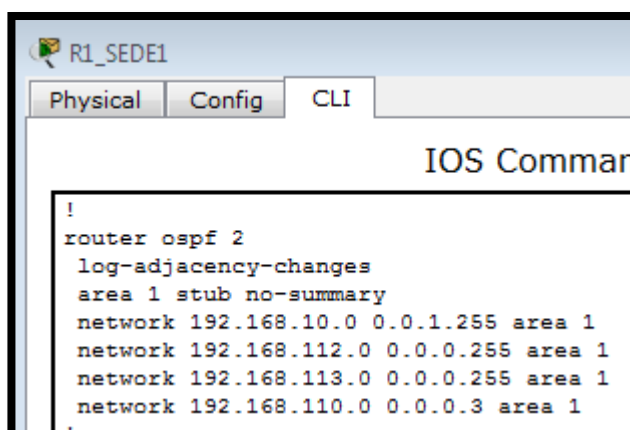
Reply from 192.168.131.4: bytes=32 time=22ms TTL=125
Reply from 192.168.131.4: bytes=32 time=26ms TTL=125
Reply from 192.168.131.4: bytes=32 time=68ms TTL=125
Reply from 192.168.131.4: bytes=32 time=12ms TTL=125

Ping statistics for 192.168.131.4:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 12ms, Maximum = 68ms, Average = 32ms
```

Figura 11. Tiempo promedio en el cual se envían paquetes entre las diferentes sedes de la empresa

## 5.2. Propuesta para la optimización de la red empresarial

Basado en el direccionamiento IP establecido anteriormente, con el fin de optimizar la red se procede a cambiar la configuración de las áreas de los encaminadores de cada sede para que estos equipos tengan establecida un área independiente y que solo los encaminadores del core pertenezcan al área 0 de la red como lo muestran la figura 12 correspondiente a la sede 1 y la figura 13 correspondiente a la sede 10.



```
R1_SEDE1
Physical Config CLI
IOS Command Line

!
router ospf 2
 log-adjacency-changes
 area 1 stub no-summary
 network 192.168.10.0 0.0.1.255 area 1
 network 192.168.112.0 0.0.0.255 area 1
 network 192.168.113.0 0.0.0.255 area 1
 network 192.168.110.0 0.0.0.3 area 1
```

Figura 12. Configuración de las áreas ospf en el encaminador de la sede 1

```
R2_SEDE10
Physical Config CLI
IOS Command
log-adjacency-changes
area 10 stub no-summary
network 192.168.28.0 0.0.1.255 area 10
network 192.168.130.0 0.0.0.255 area 10
network 192.168.131.0 0.0.0.255 area 10
network 192.168.110.76 0.0.0.3 area 10
!
```

**Figura 13.** Configuración de las áreas ospf en el encaminador de la sede 10

Después de verificar el cambio de las áreas en los encaminadores y comprobar su funcionamiento en la red, se configura las áreas stub en cada encaminador de la sede por medio del comando *área-id stub no-summary* con el propósito de reducir las entradas en la tabla de encaminamiento como se muestra a continuación en la figura 14 hasta la figura 23.

```
R1_SEDE1
Physical Config CLI
IOS Command
!
router ospf 2
log-adjacency-changes
area 1 stub no-summary
network 192.168.10.0 0.0.1.255 area 1
network 192.168.112.0 0.0.0.255 area 1
network 192.168.113.0 0.0.0.255 area 1
network 192.168.110.0 0.0.0.3 area 1
!
```

**Figura 14.** Configuración área stub en el encaminador de la sede 1 de la empresa

```
R2_SEDE2
Physical Config CLI
IOS Command
no ip address
shutdown
!
router ospf 2
log-adjacency-changes
area 2 stub no-summary
network 192.168.12.0 0.0.1.255 area 2
network 192.168.114.0 0.0.0.255 area 2
network 192.168.115.0 0.0.0.255 area 2
network 192.168.110.12 0.0.0.3 area 2
!
```

**Figura 15.** Configuración área stub en el encaminador de la sede 2 de la empresa

```

R2_SEDE3
Physical Config CLI
IOS Command Line

no ip address
shutdown
!
router ospf 2
 log-adjacency-changes
 area 3 stub no-summary
 network 192.168.14.0 0.0.1.255 area 3
 network 192.168.116.0 0.0.0.255 area 3
 network 192.168.117.0 0.0.0.255 area 3
 network 192.168.110.20 0.0.0.3 area 3
!

```

**Figura 16.** Configuración área stub en el encaminador de la sede 3 de la empresa

```

R1_SEDE6
Physical Config CLI
IOS Command Line

no ip address
shutdown
!
router ospf 2
 log-adjacency-changes
 area 6 stub no-summary
 network 192.168.20.0 0.0.1.255 area 6
 network 192.168.122.0 0.0.0.255 area 6
 network 192.168.123.0 0.0.0.255 area 6
 network 192.168.110.40 0.0.0.3 area 6
!

```

**Figura 19.** Configuración área stub en el encaminador de la sede 6 de la empresa

```

R1_SEDE4
Physical Config CLI
IOS Command Line

no ip address
shutdown
!
router ospf 2
 log-adjacency-changes
 area 4 stub no-summary
 network 192.168.16.0 0.0.1.255 area 4
 network 192.168.118.0 0.0.0.255 area 4
 network 192.168.119.0 0.0.0.255 area 4
 network 192.168.110.24 0.0.0.3 area 4
!

```

**Figura 17.** Configuración área stub en el encaminador de la sede 4 de la empresa

```

R2_SEDE7
Physical Config CLI
IOS Command Line

no ip address
shutdown
!
router ospf 2
 log-adjacency-changes
 area 7 stub no-summary
 network 192.168.22.0 0.0.1.255 area 7
 network 192.168.124.0 0.0.0.255 area 7
 network 192.168.125.0 0.0.0.255 area 7
 network 192.168.110.52 0.0.0.3 area 7
!

```

**Figura 20.** Configuración área stub en el encaminador de la sede 7 de la empresa

```

R1_SEDE5
Physical Config CLI
IOS Command Line

log-adjacency-changes
 area 5 stub no-summary
 network 192.168.18.0 0.0.1.255 area 5
 network 192.168.120.0 0.0.0.255 area 5
 network 192.168.121.0 0.0.0.255 area 5
 network 192.168.110.32 0.0.0.3 area 5
!

```

**Figura 18.** Configuración área stub en el encaminador de la sede 5 de la empresa

```

R2_SEDE8
Physical Config CLI
IOS Command Line

log-adjacency-changes
 area 8 stub no-summary
 network 192.168.24.0 0.0.1.255 area 8
 network 192.168.126.0 0.0.0.255 area 8
 network 192.168.127.0 0.0.0.255 area 8
 network 192.168.110.60 0.0.0.3 area 8
!

```

**Figura 21.** Configuración área stub en el encaminador de la sede 8 de la empresa

```
R2_SEDE9
Physical Config CLI
IOS Command Line

no ip address
shutdown
!
router ospf 2
log-adjacency-changes
area 9 stub no-summary
network 192.168.26.0 0.0.1.255 area 9
network 192.168.128.0 0.0.0.255 area 9
network 192.168.129.0 0.0.0.255 area 9
network 192.168.110.68 0.0.0.3 area 9
!
```

Figura 22. Configuración área stub en el encaminador de la sede 9 de la empresa

```
R1_SEDE10
Physical Config CLI
IOS Command Line

no ip address
shutdown
!
router ospf 2
log-adjacency-changes
area 10 stub no-summary
network 192.168.28.0 0.0.1.255 area 10
network 192.168.130.0 0.0.0.255 area 10
network 192.168.131.0 0.0.0.255 area 10
network 192.168.110.72 0.0.0.3 area 10
!
```

Figura 23. Configuración área stub en el encaminador de la sede 10 de la empresa

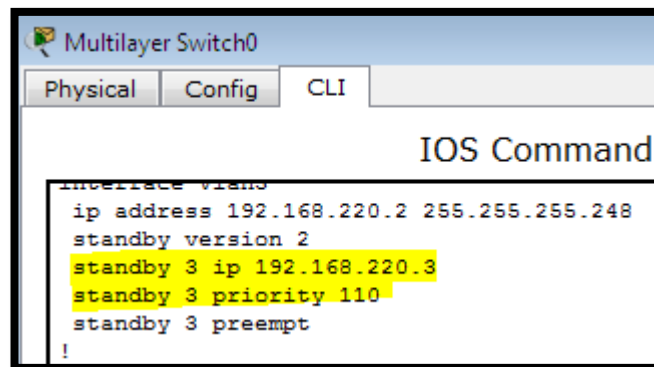
Configuradas las áreas stub, ahora se configura el protocolo HSRP en los switches capa 3 del core de la empresa a través del comando *standby* como se observa a continuación en la figura 24.

```
Multilayer Switch3
Physical Config CLI
IOS Command Line

interface Vlan1
no ip address
shutdown
!
interface Vlan4
ip address 192.168.220.10 255.255.255.248
standby version 2
standby 4 ip 192.168.220.11
standby 4 priority 110
standby 4 preempt
!
```

Figura 24. Configuración protocolo HSRP en el switch capa 3 del core

En este protocolo se define un Gateway en común para que los equipos puedan conectarse hacia otras redes a través del comando *standby (#) ip (#.#.#.#)*. También se define cual va ser el encaminador principal y el encaminador backup por medio del comando *standby (#) priority (#)*. En la figura 25 se muestra esta configuración en los switches capa 3 del core de la red.



```
IOS Command
interface viana
 ip address 192.168.220.2 255.255.255.248
 standby version 2
 standby 3 ip 192.168.220.3
 standby 3 priority 110
 standby 3 preempt
!
```

**Figura 25.** Configuración protocolo HSRP en el switch capa 3 principal del core

## 6. RESULTADOS

Teniendo en cuenta la situación y funcionamiento inicial de la red empresarial donde todos sus equipos estaban configurados dentro del área del core, es decir, el área 0. A su vez la posterior configuración que se implementó en dicha red donde se segmentó cada encaminador en un área diferente, se estableció el protocolo HSRP entre los switches capa 3 del core y principalmente se configuró las áreas stub en cada encaminador de las diferentes sedes de la empresa, se obtuvieron los siguientes resultados.

- **Sede 1:** En la figura 26 se observa que después de configurar el área stub 1 en el encaminador, se reduce el número de redes de la tabla OSPF y que para enviar información a cualquier destino de la red siempre va a utilizar la puerta de enlace `192.168.110.2` como principal.

```
Gateway of last resort is 192.168.110.2 to network 0.0.0.0

C   192.168.10.0/23 is directly connected, GigabitEthernet0/0
   192.168.10.0/32 is subnetted, 1 subnets
L   192.168.10.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
   192.168.110.0/24 is variably subnetted, 3 subnets, 2 masks
C   192.168.110.0/30 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L   192.168.110.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1
O   192.168.110.4/30 [110/2] via 192.168.112.3, 01:34:08,
   GigabitEthernet0/0.11
                                   [110/2] via 192.168.113.3, 01:34:08,
   GigabitEthernet0/0.12
   192.168.112.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C   192.168.112.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0.11
L   192.168.112.2/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0.11
   192.168.113.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C   192.168.113.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0.12
L   192.168.113.2/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0.12
O*IA 0.0.0.0/0 [110/2] via 192.168.110.2, 01:34:08, GigabitEthernet0/1
R1_SEDE1#
```

*Figura 26. Tabla de encaminamiento del encaminador de la sede 1 después de configurar área stub*

- **Sede 2:** En la figura 27 se observa que después de configurar el área stub 2 en el encaminador se reduce el número de redes de la tabla OSPF y que para enviar información a cualquier destino de la red siempre va a utilizar la puerta de enlace *192.168.110.10* como principal.

```

Gateway of last resort is 192.168.110.10 to network 0.0.0.0

C   192.168.12.0/23 is directly connected, GigabitEthernet0/0
    192.168.12.0/32 is subnetted, 1 subnets
L   192.168.12.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
    192.168.110.0/24 is variably subnetted, 3 subnets, 2 masks
C   192.168.110.8/30 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L   192.168.110.9/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1
O   192.168.110.12/30 [110/2] via 192.168.114.3, 01:38:35,
    GigabitEthernet0/0.21
                                     [110/2] via 192.168.115.3, 01:38:35,
    GigabitEthernet0/0.22
    192.168.114.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C   192.168.114.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0.21
L   192.168.114.2/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0.21
    192.168.115.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C   192.168.115.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0.22
L   192.168.115.2/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0.22
O*IA 0.0.0.0/0 [110/2] via 192.168.110.10, 01:38:35, GigabitEthernet0/1
R1 SEDE2#

```

*Figura 27. Tabla de encaminamiento del encaminador de la sede 2 después de configurar área stub*

- **Sede 3:** En la figura 28 se observa que después de configurar el área stub 3 en el encaminador se reduce el número de redes de la tabla OSPF y que para enviar información a cualquier destino de la red siempre va a utilizar la puerta de enlace *192.168.110.18* como principal.

```

Gateway of last resort is 192.168.110.18 to network 0.0.0.0

C   192.168.14.0/23 is directly connected, GigabitEthernet0/0
    192.168.14.0/32 is subnetted, 1 subnets
L   192.168.14.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
    192.168.110.0/24 is variably subnetted, 3 subnets, 2 masks
C   192.168.110.16/30 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L   192.168.110.17/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1
O   192.168.110.20/30 [110/2] via 192.168.116.3, 00:09:15,
GigabitEthernet0/0.31
                                     [110/2] via 192.168.117.3, 00:09:15,
GigabitEthernet0/0.32
    192.168.116.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C   192.168.116.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0.31
L   192.168.116.2/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0.31
    192.168.117.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C   192.168.117.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0.32
L   192.168.117.2/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0.32
O*IA 0.0.0.0/0 [110/2] via 192.168.110.18, 00:09:05, GigabitEthernet0/1
R1_SEDE3#

```

Figura 28. Tabla de encaminamiento del encaminador de la sede 3 después de configurar área stub

- **Sede 4:** En la figura 29 se observa que después de configurar el área stub 4 en el encaminador se reduce el número de redes de la tabla OSPF y que para enviar información a cualquier destino de la red siempre va a utilizar la puerta de enlace *192.168.110.26* como principal.

```

Gateway of last resort is 192.168.110.26 to network 0.0.0.0

C   192.168.16.0/23 is directly connected, GigabitEthernet0/0
    192.168.16.0/32 is subnetted, 1 subnets
L   192.168.16.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
    192.168.110.0/24 is variably subnetted, 3 subnets, 2 masks
C   192.168.110.24/30 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L   192.168.110.25/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1
O   192.168.110.28/30 [110/2] via 192.168.118.3, 01:39:25,
GigabitEthernet0/0.41
                                     [110/2] via 192.168.119.3, 01:39:25,
GigabitEthernet0/0.42
    192.168.118.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C   192.168.118.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0.41
L   192.168.118.2/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0.41
    192.168.119.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C   192.168.119.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0.42
L   192.168.119.2/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0.42
O*IA 0.0.0.0/0 [110/2] via 192.168.110.26, 01:39:25, GigabitEthernet0/1
R1_SEDE4#

```

Figura 29. Tabla de encaminamiento del encaminador de la sede 4 después de configurar área stub

- **Sede 5:** En la figura 30 se observa que después de configurar el área stub 5 en el encaminador se reduce el número de redes de la tabla OSPF y que para enviar información a cualquier destino de la red siempre va a utilizar la puerta de enlace *192.168.110.34* como principal.

```

Gateway of last resort is 192.168.110.34 to network 0.0.0.0

C   192.168.18.0/23 is directly connected, GigabitEthernet0/0
   192.168.18.0/32 is subnetted, 1 subnets
L   192.168.18.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
L   192.168.110.0/24 is variably subnetted, 3 subnets, 2 masks
C   192.168.110.32/30 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L   192.168.110.33/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1
O   192.168.110.36/30 [110/2] via 192.168.120.3, 00:13:18,
GigabitEthernet0/0.51
                                   [110/2] via 192.168.121.3, 00:13:18,
GigabitEthernet0/0.52
   192.168.120.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C   192.168.120.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0.51
L   192.168.120.2/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0.51
L   192.168.121.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C   192.168.121.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0.52
L   192.168.121.2/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0.52
O*IA 0.0.0.0/0 [110/2] via 192.168.110.34, 00:13:18, GigabitEthernet0/1
R1 SEDES#

```

*Figura 30. Tabla de encaminamiento del encaminador de la sede 5 después de configurar área stub*

- **Sede 6:** En la figura 31 se observa que después de configurar el área stub 6 en el encaminador se reduce el número de redes de la tabla OSPF y que para enviar información a cualquier destino de la red siempre va a utilizar la puerta de enlace *192.168.110.42* como principal.

```

Gateway of last resort is 192.168.110.42 to network 0.0.0.0

C   192.168.20.0/23 is directly connected, GigabitEthernet0/0
    192.168.20.0/32 is subnetted, 1 subnets
L   192.168.20.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
    192.168.110.0/24 is variably subnetted, 3 subnets, 2 masks
C   192.168.110.40/30 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L   192.168.110.41/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1
O   192.168.110.44/30 [110/2] via 192.168.122.3, 00:16:13,
GigabitEthernet0/0.61
                                     [110/2] via 192.168.123.3, 00:16:13,
GigabitEthernet0/0.62
    192.168.122.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C   192.168.122.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0.61
L   192.168.122.2/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0.61
    192.168.123.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C   192.168.123.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0.62
L   192.168.123.2/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0.62
O*IA 0.0.0.0/0 [110/2] via 192.168.110.42, 00:16:13, GigabitEthernet0/1
R1 SEDE6#

```

Figura 31. Tabla de encaminamiento del encaminador de la sede 6 después de configurar área stub

- **Sede 7:** En la figura 32 se observa que después de configurar el área stub 7 en el encaminador se reduce el número de redes de la tabla OSPF y que para enviar información a cualquier destino de la red siempre va a utilizar la puerta de enlace *192.168.110.50* como principal.

```

Gateway of last resort is 192.168.110.50 to network 0.0.0.0

C   192.168.22.0/23 is directly connected, GigabitEthernet0/0
    192.168.22.0/32 is subnetted, 1 subnets
L   192.168.22.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
    192.168.110.0/24 is variably subnetted, 3 subnets, 2 masks
C   192.168.110.48/30 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L   192.168.110.49/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1
O   192.168.110.52/30 [110/2] via 192.168.124.3, 00:18:33,
GigabitEthernet0/0.71
                                     [110/2] via 192.168.125.3, 00:18:33,
GigabitEthernet0/0.72
    192.168.124.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C   192.168.124.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0.71
L   192.168.124.2/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0.71
    192.168.125.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C   192.168.125.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0.72
L   192.168.125.2/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0.72
O*IA 0.0.0.0/0 [110/2] via 192.168.110.50, 00:18:33, GigabitEthernet0/1
R1 SEDE7#

```

Figura 32. Tabla de encaminamiento del encaminador de la sede 7 después de configurar área stub

- **Sede 8:** En la figura 33 se observa que después de configurar el área stub 8 en el encaminador se reduce el número de redes de la tabla OSPF y que para enviar información a cualquier destino de la red siempre va a utilizar la puerta de enlace *192.168.110.58* como principal.

```

Gateway of last resort is 192.168.110.58 to network 0.0.0.0

C   192.168.24.0/23 is directly connected, GigabitEthernet0/0
    192.168.24.0/32 is subnetted, 1 subnets
L   192.168.24.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
    192.168.110.0/24 is variably subnetted, 3 subnets, 2 masks
C   192.168.110.56/30 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L   192.168.110.57/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1
O   192.168.110.60/30 [110/2] via 192.168.126.3, 01:42:32,
    GigabitEthernet0/0.81
                                     [110/2] via 192.168.127.3, 01:42:32,
    GigabitEthernet0/0.82
    192.168.126.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C   192.168.126.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0.81
L   192.168.126.2/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0.81
    192.168.127.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C   192.168.127.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0.82
L   192.168.127.2/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0.82
O*IA 0.0.0.0/0 [110/2] via 192.168.110.58, 01:42:32, GigabitEthernet0/1
R1_SEDE8#

```

*Figura 33. Tabla de encaminamiento del encaminador de la sede 8 después de configurar área stub*

- **Sede 9:** En la figura 34 se observa que después de configurar el área stub 9 en el encaminador se reduce el número de redes de la tabla OSPF y que para enviar información a cualquier destino de la red siempre va a utilizar la puerta de enlace *192.168.110.66* como principal.

```

Gateway of last resort is 192.168.110.66 to network 0.0.0.0

C   192.168.26.0/23 is directly connected, GigabitEthernet0/0
    192.168.26.0/32 is subnetted, 1 subnets
L   192.168.26.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
    192.168.110.0/24 is variably subnetted, 3 subnets, 2 masks
C   192.168.110.64/30 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L   192.168.110.65/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1
O   192.168.110.68/30 [110/2] via 192.168.128.3, 01:43:23,
GigabitEthernet0/0.91
                                     [110/2] via 192.168.129.3, 01:43:23,
GigabitEthernet0/0.92
    192.168.128.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C   192.168.128.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0.91
L   192.168.128.2/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0.91
    192.168.129.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C   192.168.129.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0.92
L   192.168.129.2/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0.92
O*IA 0.0.0.0/0 [110/2] via 192.168.110.66, 01:43:23, GigabitEthernet0/1
R1_SEDE9#

```

Figura 34. Tabla de encaminamiento del encaminador de la sede 9 después de configurar área stub

- **Sede 10:** En la figura 35 se observa que después de configurar el área stub 10 en el encaminador se reduce el número de redes de la tabla OSPF y que para enviar información a cualquier destino de la red siempre va a utilizar la puerta de enlace 192.168.110.74 como principal.

```

Gateway of last resort is 192.168.110.74 to network 0.0.0.0

C   192.168.28.0/23 is directly connected, GigabitEthernet0/0
    192.168.28.0/32 is subnetted, 1 subnets
L   192.168.28.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
    192.168.110.0/24 is variably subnetted, 3 subnets, 2 masks
C   192.168.110.72/30 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L   192.168.110.73/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1
O   192.168.110.76/30 [110/2] via 192.168.130.3, 01:51:10,
GigabitEthernet0/0.101
                                     [110/2] via 192.168.131.3, 01:51:10,
GigabitEthernet0/0.102
    192.168.130.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C   192.168.130.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0.101
L   192.168.130.2/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0.101
    192.168.131.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C   192.168.131.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0.102
L   192.168.131.2/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0.102
O*IA 0.0.0.0/0 [110/2] via 192.168.110.74, 01:51:10, GigabitEthernet0/1
R1_SEDE10#

```

Figura 35. Tabla de encaminamiento del encaminador de la sede 10 después de configurar área stub

Después de realizar la configuración pertinente para la optimización de la red, se realiza la misma prueba de cuanto tiempo se demora el envío de paquetes entre las distintas sedes de la empresa se estableció que en promedio se necesita 16ms como hace referencia la figura 36.

```
Command Prompt
Minimum = 0ms, Maximum = 16ms, Average = 4ms

PC>ping 192.168.113.4 -t
Invalid Command.

PC>tracert 192.168.113.4

Tracing route to 192.168.113.4 over a maximum of 30 hops:

  1  11 ms    0 ms    0 ms    192.168.112.3
  2   0 ms    0 ms    3 ms    192.168.113.4

Trace complete.

PC>ping 192.168.131.4

Pinging 192.168.131.4 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.131.4: bytes=32 time=19ms TTL=125
Reply from 192.168.131.4: bytes=32 time=20ms TTL=125
Reply from 192.168.131.4: bytes=32 time=17ms TTL=125
Reply from 192.168.131.4: bytes=32 time=11ms TTL=125

Ping statistics for 192.168.131.4:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 11ms, Maximum = 20ms, Average = 16ms
```

*Figura 36. Tiempo promedio en el cual se envían paquetes entre las diferentes sedes de la empresa configurada la propuesta para la optimización de la red*

Finalmente, como hace referencia la tabla 5 en cada sede se configuró un router como principal y otro como backup, también se estableció un gateway en común por medio del protocolo HSRP.

SEDE DE TRABAJO	ROUTER PRINCIPAL	ROUTER BACKUP	VLANS	GATEWAY COMÚN
SEDE 1	R1: 192.168.10.1	R2: 192.168.10.2	VLAN 11: 192.168.112.0	IP: 192.168.112.5
			VLAN 12: 192.168.113.0	
SEDE 2	R1: 192.168.12.1	R2: 192.168.12.2	VLAN 21: 192.168.114.0	IP: 192.168.114.5
			VLAN 22: 192.168.115.0	
SEDE 3	R1: 192.168.14.1	R2: 192.168.14.2	VLAN 31: 192.168.116.0	IP: 192.168.116.5
			VLAN 32: 192.168.117.0	
SEDE 4	R1: 192.168.16.1	R2: 192.168.16.2	VLAN 41: 192.168.118.0	IP: 192.168.118.5
			VLAN 42: 192.168.119.0	
SEDE 5	R1: 192.168.18.1	R2: 192.168.18.2	VLAN 51: 192.168.120.0	IP: 192.168.120.5
			VLAN 52: 192.168.121.0	
SEDE 6	R1: 192.168.20.1	R2: 192.168.20.2	VLAN 61: 192.168.122.0	IP: 192.168.122.5
			VLAN 62: 192.168.123.0	
SEDE 7	R1: 192.168.22.1	R2: 192.168.22.2	VLAN 71: 192.168.124.0	IP: 192.168.124.5
			VLAN 72: 192.168.125.0	
SEDE 8	R1: 192.168.24.1	R2: 192.168.24.2	VLAN 81: 192.168.126.0	IP: 192.168.126.5
			VLAN 82: 192.168.127.0	
SEDE 9	R1: 192.168.26.1	R2: 192.168.26.2	VLAN 91: 192.168.128.0	IP: 192.168.128.5
			VLAN 92: 192.168.129.0	
SEDE 10	R1: 192.168.28.1	R2: 192.168.28.2	VLAN 101: 192.168.130.0	IP: 192.168.130.5
			VLAN 102: 192.168.131.0	

**Tabla 5.** Resultados de la configuración realizada en la red empresarial

## 7. CONCLUSIONES

Al observar los cambios ocurridos en la red empresarial de Bogotá después de implementar la configuración de las áreas stub y la segmentación por áreas de cada encaminador de la sede se puede concluir lo siguiente:

1. Por medio de las pruebas realizadas en la red empresarial, se observa que el tiempo en enviar un paquete de una sede hacia otra sede paso de 32ms a 16 ms. Lo cual concluye que la red tuvo una eficiencia en ese parámetro del 50%.
2. A través de las configuraciones de áreas stub en las sedes de trabajo de la red empresarial en Bogotá, se optimiza el proceso de encaminamiento porque se evidencio que en dichas tablas los encaminadores pasan de tener 100 diferentes rutas de entrada a tan solo tener 10 entradas en sus tablas, lo cual muestra una eficiencia en la reducción de entradas del 90%.
3. Al configurar el protocolo HSRP en las sedes de la empresa, se establece un encaminador como principal y otro como backup por medio de la prioridad, parámetro por el cual el encaminador principal va tener un valor más alto correspondiente a 110 y el encaminador backup tiene el valor por defecto que es 100.
4. Aplicar la segmentación de diferentes áreas OSPF en esta red empresarial, es una de las soluciones que se tiene en cuenta para la optimización debido que necesita menor procesamiento para analizar las entradas que tienen las tablas de encaminamiento, también establece una jerarquía en el diseño de la red, donde el área principal es el área backbone y las áreas de las sedes son las áreas regulares de la red.

5. Respondiendo la pregunta del planteamiento del problema, un tipo de solución implementada para optimizar el encaminamiento de la red empresarial es primero segmentar los encaminadores de cada sede en un área diferente al área 0, posteriormente configurar áreas stub en estos encaminadores y establecer un encaminador como principal y otro como backup por medio del protocolo HSRP.

## 8. ANEXOS

ZONA	RANGO IP	MASCARA	HOST
SEDE1	192.168.10.0-192.168.11.255	255.255.254.0	500
SEDE2	192.168.12.0-192.168.13.255	255.255.254.0	500
SEDE3	192.168.14.0-192.168.15.255	255.255.254.0	500
SEDE4	192.168.16.0-192.168.17.255	255.255.254.0	500
SEDE5	192.168.18.0-192.168.19.255	255.255.254.0	500
SEDE6	192.168.20.0-192.168.21.255	255.255.254.0	500
SEDE7	192.168.22.0-192.168.23.255	255.255.254.0	500
SEDE8	192.168.24.0-192.168.25.255	255.255.254.0	500
SEDE9	192.168.26.0-192.168.27.255	255.255.254.0	500
SEDE10	192.168.28.0-192.168.29.255	255.255.254.0	500
SEDE11	192.168.30.0-192.168.31.255	255.255.254.0	500
SEDE12	192.168.32.0-192.168.33.255	255.255.254.0	500
SEDE13	192.168.34.0-192.168.35.255	255.255.254.0	500
SEDE14	192.168.36.0-192.168.37.255	255.255.254.0	500
SEDE15	192.168.38.0-192.168.39.255	255.255.254.0	500
SEDE16	192.168.40.0-192.168.41.255	255.255.254.0	500
SEDE17	192.168.42.0-192.168.43.255	255.255.254.0	500
SEDE18	192.168.44.0-192.168.45.255	255.255.254.0	500
SEDE19	192.168.46.0-192.168.47.255	255.255.254.0	500
SEDE20	192.168.48.0-192.168.49.255	255.255.254.0	500
SEDE21	192.168.50.0-192.168.51.255	255.255.254.0	500
SEDE22	192.168.52.0-192.168.53.255	255.255.254.0	500
SEDE23	192.168.54.0-192.168.55.255	255.255.254.0	500
SEDE24	192.168.56.0-192.168.57.255	255.255.254.0	500
SEDE25	192.168.58.0-192.168.59.255	255.255.254.0	500
SEDE26	192.168.60.0-192.168.61.255	255.255.254.0	500
SEDE27	192.168.62.0-192.168.63.255	255.255.254.0	500
SEDE28	192.168.64.0-192.168.65.255	255.255.254.0	500
SEDE29	192.168.66.0-192.168.67.255	255.255.254.0	500
SEDE30	192.168.68.0-192.168.69.255	255.255.254.0	500
SEDE31	192.168.70.0-192.168.71.255	255.255.254.0	500
SEDE32	192.168.72.0-192.168.73.255	255.255.254.0	500
SEDE33	192.168.74.0-192.168.75.255	255.255.254.0	500
SEDE34	192.168.76.0-192.168.77.255	255.255.254.0	500
SEDE35	192.168.78.0-192.168.79.255	255.255.254.0	500
SEDE36	192.168.80.0-192.168.81.255	255.255.254.0	500
SEDE37	192.168.82.0-192.168.83.255	255.255.254.0	500
SEDE38	192.168.84.0-192.168.85.255	255.255.254.0	500
SEDE39	192.168.86.0-192.168.87.255	255.255.254.0	500

ZONA	RANGO IP	MASCARA	HOST
SEDE40	192.168.88.0-192.168.89.255	255.255.254.0	500
SEDE41	192.168.90.0-192.168.91.255	255.255.254.0	500
SEDE42	192.168.92.0-192.168.93.255	255.255.254.0	500
SEDE43	192.168.94.0-192.168.95.255	255.255.254.0	500
SEDE44	192.168.96.0-192.168.97.255	255.255.254.0	500
SEDE45	192.168.98.0-192.168.99.255	255.255.254.0	500
SEDE46	192.168.100.0-192.168.101.255	255.255.254.0	500
SEDE47	192.168.102.0-192.168.103.255	255.255.254.0	500
SEDE48	192.168.104.0-192.168.105.255	255.255.254.0	500
SEDE49	192.168.106.0-192.168.107.255	255.255.254.0	500
SEDE50	192.168.108.0-192.168.109.255	255.255.254.0	500

**Tabla 2.** *Direccionamiento IP de las diferentes sedes de la empresa*

ZONA	RANGO IP	MASCARA	HOST
R1SEDE1-RDC1	192.168.110.0-192.168.110.3	255.255.255.252	2
R2SEDE1-RDC2	192.168.110.4-192.168.110.7	255.255.255.252	2
ZONA	RANGO IP	MASCARA	HOST
R1SEDE2-RDC1	192.168.110.8-192.168.110.11	255.255.255.252	2
R2SEDE2-RDC2	192.168.110.12-192.168.110.15	255.255.255.252	2
ZONA	RANGO IP	MASCARA	HOST
R1SEDE3-RDC1	192.168.110.16-192.168.110.19	255.255.255.252	2
R2SEDE3-RDC2	192.168.110.20-192.168.110.23	255.255.255.252	2
ZONA	RANGO IP	MASCARA	HOST
R1SEDE4-RDC1	192.168.110.24-192.168.110.27	255.255.255.252	2
R2SEDE4-RDC2	192.168.110.28-192.168.110.31	255.255.255.252	2
ZONA	RANGO IP	MASCARA	HOST
R1SEDE5-RDC1	192.168.110.32-192.168.110.35	255.255.255.252	2
R2SEDE5-RDC2	192.168.110.36-192.168.110.39	255.255.255.252	2
ZONA	RANGO IP	MASCARA	HOST
R1SEDE6-RDC1	192.168.110.40-192.168.110.43	255.255.255.252	2
R2SEDE6-RDC2	192.168.110.44-192.168.110.47	255.255.255.252	2
ZONA	RANGO IP	MASCARA	HOST
R1SEDE7-RDC1	192.168.110.48-192.168.110.51	255.255.255.252	2
R2SEDE7-RDC2	192.168.110.52-192.168.110.55	255.255.255.252	2
ZONA	RANGO IP	MASCARA	HOST
R1SEDE8-RDC1	192.168.110.56-192.168.110.59	255.255.255.252	2
R2SEDE8-RDC2	192.168.110.60-192.168.110.63	255.255.255.252	2
ZONA	RANGO IP	MASCARA	HOST
R1SEDE9-RDC1	192.168.110.64-192.168.110.67	255.255.255.252	2
R2SEDE9-RDC2	192.168.110.68-192.168.110.71	255.255.255.252	2
ZONA	RANGO IP	MASCARA	HOST
R1SEDE10-RDC1	192.168.110.72-192.168.110.75	255.255.255.252	2
R2SEDE10-RDC2	192.168.110.76-192.168.110.79	255.255.255.252	2
ZONA	RANGO IP	MASCARA	HOST
R1SEDE11-RDC1	192.168.110.80-192.168.110.83	255.255.255.252	2
R2SEDE11-RDC2	192.168.110.84-192.168.110.87	255.255.255.252	2
ZONA	RANGO IP	MASCARA	HOST
R1SEDE12-RDC1	192.168.110.88-192.168.110.91	255.255.255.252	2
R2SEDE12-RDC2	192.168.110.92-192.168.110.95	255.255.255.252	2
ZONA	RANGO IP	MASCARA	HOST
R1SEDE13-RDC1	192.168.110.96-192.168.110.99	255.255.255.252	2
R2SEDE13-RDC2	192.168.110.100-192.168.110.103	255.255.255.252	2

<b>ZONA</b>	<b>RANGO IP</b>	<b>MASCARA</b>	<b>HOST</b>
R1SEDE14-RDC1	192.168.110.104-192.168.110.107	255.255.255.252	2
R2SEDE14-RDC2	192.168.110.108-192.168.110.111	255.255.255.252	2
<b>ZONA</b>	<b>RANGO IP</b>	<b>MASCARA</b>	<b>HOST</b>
R1SEDE15-RDC1	192.168.110.112-192.168.110.115	255.255.255.252	2
R2SEDE15-RDC2	192.168.110.116-192.168.110.119	255.255.255.252	2
<b>ZONA</b>	<b>RANGO IP</b>	<b>MASCARA</b>	<b>HOST</b>
R1SEDE16-RDC1	192.168.110.120-192.168.110.123	255.255.255.252	2
R2SEDE16-RDC2	192.168.110.124-192.168.110.127	255.255.255.252	2
<b>ZONA</b>	<b>RANGO IP</b>	<b>MASCARA</b>	<b>HOST</b>
R1SEDE17-RDC1	192.168.110.128-192.168.110.131	255.255.255.252	2
R2SEDE17-RDC2	192.168.110.132-192.168.110.135	255.255.255.252	2
<b>ZONA</b>	<b>RANGO IP</b>	<b>MASCARA</b>	<b>HOST</b>
R1SEDE18-RDC1	192.168.110.136-192.168.110.139	255.255.255.252	2
R2SEDE18-RDC2	192.168.110.140-192.168.110.143	255.255.255.252	2
<b>ZONA</b>	<b>RANGO IP</b>	<b>MASCARA</b>	<b>HOST</b>
R1SEDE19-RDC1	192.168.110.144-192.168.110.147	255.255.255.252	2
R2SEDE19-RDC2	192.168.110.148-192.168.110.151	255.255.255.252	2
<b>ZONA</b>	<b>RANGO IP</b>	<b>MASCARA</b>	<b>HOST</b>
R1SEDE20-RDC1	192.168.110.152-192.168.110.155	255.255.255.252	2
R2SEDE20-RDC2	192.168.110.156-192.168.110.159	255.255.255.252	2
<b>ZONA</b>	<b>RANGO IP</b>	<b>MASCARA</b>	<b>HOST</b>
R1SEDE21-RDC1	192.168.110.160-192.168.110.163	255.255.255.252	2
R2SEDE21-RDC2	192.168.110.164-192.168.110.167	255.255.255.252	2
<b>ZONA</b>	<b>RANGO IP</b>	<b>MASCARA</b>	<b>HOST</b>
R1SEDE22-RDC1	192.168.110.168-192.168.110.171	255.255.255.252	2
R2SEDE22-RDC2	192.168.110.172-192.168.110.175	255.255.255.252	2
<b>ZONA</b>	<b>RANGO IP</b>	<b>MASCARA</b>	<b>HOST</b>
R1SEDE23-RDC1	192.168.110.176-192.168.110.179	255.255.255.252	2
R2SEDE23-RDC2	192.168.110.180-192.168.110.183	255.255.255.252	2
<b>ZONA</b>	<b>RANGO IP</b>	<b>MASCARA</b>	<b>HOST</b>
R1SEDE24-RDC1	192.168.110.184-192.168.110.187	255.255.255.252	2
R2SEDE24-RDC2	192.168.110.188-192.168.110.191	255.255.255.252	2
<b>ZONA</b>	<b>RANGO IP</b>	<b>MASCARA</b>	<b>HOST</b>
R1SEDE25-RDC1	192.168.110.192-192.168.110.195	255.255.255.252	2
R2SEDE25-RDC2	192.168.110.196-192.168.110.199	255.255.255.252	2
<b>ZONA</b>	<b>RANGO IP</b>	<b>MASCARA</b>	<b>HOST</b>
R1SEDE26-RDC1	192.168.110.200-192.168.110.203	255.255.255.252	2
R2SEDE26-RDC2	192.168.110.204-192.168.110.207	255.255.255.252	2

ZONA	RANGO IP	MASCARA	HOST
R1SEDE27-RDC1	192.168.110.208-192.168.110.211	255.255.255.252	2
R2SEDE27-RDC2	192.168.110.212-192.168.110.215	255.255.255.252	2
ZONA	RANGO IP	MASCARA	HOST
R1SEDE28-RDC1	192.168.110.216-192.168.110.219	255.255.255.252	2
R2SEDE28-RDC2	192.168.110.220-192.168.110.223	255.255.255.252	2
ZONA	RANGO IP	MASCARA	HOST
R1SEDE29-RDC1	192.168.110.224-192.168.110.227	255.255.255.252	2
R2SEDE29-RDC2	192.168.110.228-192.168.110.231	255.255.255.252	2
ZONA	RANGO IP	MASCARA	HOST
R1SEDE30-RDC1	192.168.110.232-192.168.110.235	255.255.255.252	2
R2SEDE30-RDC2	192.168.110.236-192.168.110.239	255.255.255.252	2
ZONA	RANGO IP	MASCARA	HOST
R1SEDE31-RDC1	192.168.110.240-192.168.110.243	255.255.255.252	2
R2SEDE31-RDC2	192.168.110.244-192.168.110.247	255.255.255.252	2
ZONA	RANGO IP	MASCARA	HOST
R1SEDE32-RDC1	192.168.110.248-192.168.110.251	255.255.255.252	2
R2SEDE32-RDC2	192.168.110.252-192.168.110.255	255.255.255.252	2
ZONA	RANGO IP	MASCARA	HOST
R1SEDE33-RDC1	192.168.111.0-192.168.111.3	255.255.255.252	2
R2SEDE33-RDC2	192.168.111.4-192.168.111.7	255.255.255.252	2
ZONA	RANGO IP	MASCARA	HOST
R1SEDE34-RDC1	192.168.111.8-192.168.111.11	255.255.255.252	2
R2SEDE34-RDC2	192.168.111.12-192.168.111.15	255.255.255.252	2
ZONA	RANGO IP	MASCARA	HOST
R1SEDE35-RDC1	192.168.111.16-192.168.111.19	255.255.255.252	2
R2SEDE35-RDC2	192.168.111.20-192.168.111.23	255.255.255.252	2
ZONA	RANGO IP	MASCARA	HOST
R1SEDE36-RDC1	192.168.111.24-192.168.111.27	255.255.255.252	2
R2SEDE36-RDC2	192.168.111.28-192.168.111.31	255.255.255.252	2
ZONA	RANGO IP	MASCARA	HOST
R1SEDE37-RDC1	192.168.111.32-192.168.111.35	255.255.255.252	2
R2SEDE37-RDC2	192.168.111.36-192.168.111.39	255.255.255.252	2
ZONA	RANGO IP	MASCARA	HOST
R1SEDE38-RDC1	192.168.111.40-192.168.111.43	255.255.255.252	2
R2SEDE38-RDC2	192.168.111.44-192.168.111.47	255.255.255.252	2
ZONA	RANGO IP	MASCARA	HOST
R1SEDE39-RDC1	192.168.111.48-192.168.111.51	255.255.255.252	2
R2SEDE39-RDC2	192.168.111.52-192.168.111.55	255.255.255.252	2

ZONA	RANGO IP	MASCARA	HOST
R1SEDE40-RDC1	192.168.111.56-192.168.111.59	255.255.255.252	2
R2SEDE40-RDC2	192.168.111.60-192.168.111.63	255.255.255.252	2
ZONA	RANGO IP	MASCARA	HOST
R1SEDE41-RDC1	192.168.111.64-192.168.111.67	255.255.255.252	2
R2SEDE41-RDC2	192.168.111.68-192.168.111.71	255.255.255.252	2
ZONA	RANGO IP	MASCARA	HOST
R1SEDE42-RDC1	192.168.111.72-192.168.111.75	255.255.255.252	2
R2SEDE42-RDC2	192.168.111.76-192.168.111.79	255.255.255.252	2
ZONA	RANGO IP	MASCARA	HOST
R1SEDE43-RDC1	192.168.111.80-192.168.111.83	255.255.255.252	2
R2SEDE43-RDC2	192.168.111.84-192.168.111.87	255.255.255.252	2
ZONA	RANGO IP	MASCARA	HOST
R1SEDE44-RDC1	192.168.111.88-192.168.111.91	255.255.255.252	2
R2SEDE44-RDC2	192.168.111.92-192.168.111.95	255.255.255.252	2
ZONA	RANGO IP	MASCARA	HOST
R1SEDE45-RDC1	192.168.111.96-192.168.111.99	255.255.255.252	2
R2SEDE45-RDC2	192.168.111.100-192.168.111.103	255.255.255.252	2
ZONA	RANGO IP	MASCARA	HOST
R1SEDE46-RDC1	192.168.111.104-192.168.111.107	255.255.255.252	2
R2SEDE46-RDC2	192.168.111.108-192.168.111.111	255.255.255.252	2
ZONA	RANGO IP	MASCARA	HOST
R1SEDE47-RDC1	192.168.111.112-192.168.111.115	255.255.255.252	2
R2SEDE47-RDC2	192.168.111.116-192.168.111.119	255.255.255.252	2
ZONA	RANGO IP	MASCARA	HOST
R1SEDE48-RDC1	192.168.111.120-192.168.111.123	255.255.255.252	2
R2SEDE48-RDC2	192.168.111.124-192.168.111.127	255.255.255.252	2
ZONA	RANGO IP	MASCARA	HOST
R1SEDE49-RDC1	192.168.111.128-192.168.111.131	255.255.255.252	2
R2SEDE49-RDC2	192.168.111.132-192.168.111.135	255.255.255.252	2
ZONA	RANGO IP	MASCARA	HOST
R1SEDE50-RDC1	192.168.111.136-192.168.111.139	255.255.255.252	2
R2SEDE50-RDC2	192.168.111.140-192.168.111.143	255.255.255.252	2

**Tabla 3.** *Direccionamiento IP de los encaminadores de las sedes de la empresa*

<b>SEDE 1</b>	<b>RANGO IP</b>	<b>MASCARA</b>	<b>HOST</b>
VLAN 11	192.168.112.0-192.168.112.255	255.255.255.0	250
VLAN 12	192.168.113.0-192.168.113.255	255.255.255.0	250
<b>SEDE 2</b>	<b>RANGO IP</b>	<b>MASCARA</b>	<b>HOST</b>
VLAN 21	192.168.114.0-192.168.114.255	255.255.255.0	250
VLAN 22	192.168.115.0-192.168.115.255	255.255.255.0	250
<b>SEDE 3</b>	<b>RANGO IP</b>	<b>MASCARA</b>	<b>HOST</b>
VLAN 31	192.168.116.0-192.168.116.255	255.255.255.0	250
VLAN 32	192.168.117.0-192.168.117.255	255.255.255.0	250
<b>SEDE 4</b>	<b>RANGO IP</b>	<b>MASCARA</b>	<b>HOST</b>
VLAN 41	192.168.118.0-192.168.118.255	255.255.255.0	250
VLAN 42	192.168.119.0-192.168.119.255	255.255.255.0	250
<b>SEDE 5</b>	<b>RANGO IP</b>	<b>MASCARA</b>	<b>HOST</b>
VLAN 51	192.168.120.0-192.168.120.255	255.255.255.0	250
VLAN 52	192.168.121.0-192.168.121.255	255.255.255.0	250
<b>SEDE 6</b>	<b>RANGO IP</b>	<b>MASCARA</b>	<b>HOST</b>
VLAN 61	192.168.122.0-192.168.122.255	255.255.255.0	250
VLAN 62	192.168.123.0-192.168.123.255	255.255.255.0	250
<b>SEDE 7</b>	<b>RANGO IP</b>	<b>MASCARA</b>	<b>HOST</b>
VLAN 71	192.168.124.0-192.168.124.255	255.255.255.0	250
VLAN 72	192.168.125.0-192.168.125.255	255.255.255.0	250
<b>SEDE 8</b>	<b>RANGO IP</b>	<b>MASCARA</b>	<b>HOST</b>
VLAN 81	192.168.126.0-192.168.126.255	255.255.255.0	250
VLAN 82	192.168.127.0-192.168.127.255	255.255.255.0	250
<b>SEDE 9</b>	<b>RANGO IP</b>	<b>MASCARA</b>	<b>HOST</b>
VLAN 91	192.168.128.0-192.168.128.255	255.255.255.0	250
VLAN 92	192.168.129.0-192.168.129.255	255.255.255.0	250
<b>SEDE 10</b>	<b>RANGO IP</b>	<b>MASCARA</b>	<b>HOST</b>
VLAN 101	192.168.130.0-192.168.130.255	255.255.255.0	250
VLAN 102	192.168.131.0-192.168.131.255	255.255.255.0	250
<b>SEDE 11</b>	<b>RANGO IP</b>	<b>MASCARA</b>	<b>HOST</b>
VLAN 111	192.168.132.0-192.168.132.255	255.255.255.0	250
VLAN 112	192.168.133.0-192.168.133.255	255.255.255.0	250
<b>SEDE 12</b>	<b>RANGO IP</b>	<b>MASCARA</b>	<b>HOST</b>
VLAN 121	192.168.134.0-192.168.134.255	255.255.255.0	250
VLAN 122	192.168.135.0-192.168.135.255	255.255.255.0	250
<b>SEDE 13</b>	<b>RANGO IP</b>	<b>MASCARA</b>	<b>HOST</b>
VLAN 131	192.168.136.0-192.168.136.255	255.255.255.0	250
VLAN 132	192.168.137.0-192.168.137.255	255.255.255.0	250

<b>SEDE 14</b>	<b>RANGO IP</b>	<b>MASCARA</b>	<b>HOST</b>
VLAN 141	192.168.138.0-192.168.138.255	255.255.255.0	250
VLAN 142	192.168.139.0-192.168.139.255	255.255.255.0	250
<b>SEDE 15</b>	<b>RANGO IP</b>	<b>MASCARA</b>	<b>HOST</b>
VLAN 151	192.168.140.0-192.168.140.255	255.255.255.0	250
VLAN 152	192.168.141.0-192.168.141.255	255.255.255.0	250
<b>SEDE 16</b>	<b>RANGO IP</b>	<b>MASCARA</b>	<b>HOST</b>
VLAN 161	192.168.142.0-192.168.142.255	255.255.255.0	250
VLAN 162	192.168.143.0-192.168.143.255	255.255.255.0	250
<b>SEDE 17</b>	<b>RANGO IP</b>	<b>MASCARA</b>	<b>HOST</b>
VLAN 171	192.168.144.0-192.168.144.255	255.255.255.0	250
VLAN 172	192.168.145.0-192.168.145.255	255.255.255.0	250
<b>SEDE 18</b>	<b>RANGO IP</b>	<b>MASCARA</b>	<b>HOST</b>
VLAN 181	192.168.146.0-192.168.146.255	255.255.255.0	250
VLAN 182	192.168.147.0-192.168.147.255	255.255.255.0	250
<b>SEDE 19</b>	<b>RANGO IP</b>	<b>MASCARA</b>	<b>HOST</b>
VLAN 191	192.168.148.0-192.168.148.255	255.255.255.0	250
VLAN 192	192.168.149.0-192.168.149.255	255.255.255.0	250
<b>SEDE 20</b>	<b>RANGO IP</b>	<b>MASCARA</b>	<b>HOST</b>
VLAN 201	192.168.150.0-192.168.150.255	255.255.255.0	250
VLAN 202	192.168.151.0-192.168.151.255	255.255.255.0	250
<b>SEDE 21</b>	<b>RANGO IP</b>	<b>MASCARA</b>	<b>HOST</b>
VLAN 211	192.168.152.0-192.168.152.255	255.255.255.0	250
VLAN 212	192.168.153.0-192.168.153.255	255.255.255.0	250
<b>SEDE 22</b>	<b>RANGO IP</b>	<b>MASCARA</b>	<b>HOST</b>
VLAN 221	192.168.154.0-192.168.154.255	255.255.255.0	250
VLAN 222	192.168.155.0-192.168.155.255	255.255.255.0	250
<b>SEDE 23</b>	<b>RANGO IP</b>	<b>MASCARA</b>	<b>HOST</b>
VLAN 231	192.168.156.0-192.168.156.255	255.255.255.0	250
VLAN 232	192.168.157.0-192.168.157.255	255.255.255.0	250
<b>SEDE 24</b>	<b>RANGO IP</b>	<b>MASCARA</b>	<b>HOST</b>
VLAN 241	192.168.158.0-192.168.158.255	255.255.255.0	250
VLAN 242	192.168.159.0-192.168.159.255	255.255.255.0	250
<b>SEDE 25</b>	<b>RANGO IP</b>	<b>MASCARA</b>	<b>HOST</b>
VLAN 251	192.168.160.0-192.168.160.255	255.255.255.0	250
VLAN 252	192.168.161.0-192.168.161.255	255.255.255.0	250
<b>SEDE 26</b>	<b>RANGO IP</b>	<b>MASCARA</b>	<b>HOST</b>
VLAN 261	192.168.162.0-192.168.162.255	255.255.255.0	250
VLAN 262	192.168.163.0-192.168.163.255	255.255.255.0	250

<b>SEDE 27</b>	<b>RANGO IP</b>	<b>MASCARA</b>	<b>HOST</b>
VLAN 271	192.168.164.0-192.168.164.255	255.255.255.0	250
VLAN 272	192.168.165.0-192.168.165.255	255.255.255.0	250
<b>SEDE 28</b>	<b>RANGO IP</b>	<b>MASCARA</b>	<b>HOST</b>
VLAN 281	192.168.166.0-192.168.166.255	255.255.255.0	250
VLAN 282	192.168.167.0-192.168.167.255	255.255.255.0	250
<b>SEDE 29</b>	<b>RANGO IP</b>	<b>MASCARA</b>	<b>HOST</b>
VLAN 291	192.168.168.0-192.168.168.255	255.255.255.0	250
VLAN 292	192.168.169.0-192.168.169.255	255.255.255.0	250
<b>SEDE 30</b>	<b>RANGO IP</b>	<b>MASCARA</b>	<b>HOST</b>
VLAN 301	192.168.170.0-192.168.170.255	255.255.255.0	250
VLAN 302	192.168.171.0-192.168.171.255	255.255.255.0	250
<b>SEDE 31</b>	<b>RANGO IP</b>	<b>MASCARA</b>	<b>HOST</b>
VLAN 311	192.168.172.0-192.168.172.255	255.255.255.0	250
VLAN 312	192.168.173.0-192.168.173.255	255.255.255.0	250
<b>SEDE 32</b>	<b>RANGO IP</b>	<b>MASCARA</b>	<b>HOST</b>
VLAN 321	192.168.174.0-192.168.174.255	255.255.255.0	250
VLAN 322	192.168.175.0-192.168.175.255	255.255.255.0	250
<b>SEDE 33</b>	<b>RANGO IP</b>	<b>MASCARA</b>	<b>HOST</b>
VLAN 331	192.168.176.0-192.168.176.255	255.255.255.0	250
VLAN 332	192.168.177.0-192.168.177.255	255.255.255.0	250
<b>SEDE 34</b>	<b>RANGO IP</b>	<b>MASCARA</b>	<b>HOST</b>
VLAN 341	192.168.178.0-192.168.178.255	255.255.255.0	250
VLAN 342	192.168.179.0-192.168.179.255	255.255.255.0	250
<b>SEDE 35</b>	<b>RANGO IP</b>	<b>MASCARA</b>	<b>HOST</b>
VLAN 351	192.168.180.0-192.168.180.255	255.255.255.0	250
VLAN 352	192.168.181.0-192.168.181.255	255.255.255.0	250
<b>SEDE 36</b>	<b>RANGO IP</b>	<b>MASCARA</b>	<b>HOST</b>
VLAN 361	192.168.182.0-192.168.182.255	255.255.255.0	250
VLAN 362	192.168.183.0-192.168.183.255	255.255.255.0	250
<b>SEDE 37</b>	<b>RANGO IP</b>	<b>MASCARA</b>	<b>HOST</b>
VLAN 371	192.168.184.0-192.168.184.255	255.255.255.0	250
VLAN 372	192.168.185.0-192.168.185.255	255.255.255.0	250
<b>SEDE 38</b>	<b>RANGO IP</b>	<b>MASCARA</b>	<b>HOST</b>
VLAN 381	192.168.186.0-192.168.186.255	255.255.255.0	250
VLAN 382	192.168.187.0-192.168.187.255	255.255.255.0	250
<b>SEDE 39</b>	<b>RANGO IP</b>	<b>MASCARA</b>	<b>HOST</b>
VLAN 391	192.168.188.0-192.168.188.255	255.255.255.0	250
VLAN 392	192.168.189.0-192.168.189.255	255.255.255.0	250

<b>SEDE 40</b>	<b>RANGO IP</b>	<b>MASCARA</b>	<b>HOST</b>
VLAN 401	192.168.190.0-192.168.190.255	255.255.255.0	250
VLAN 402	192.168.191.0-192.168.191.255	255.255.255.0	250
<b>SEDE 41</b>	<b>RANGO IP</b>	<b>MASCARA</b>	<b>HOST</b>
VLAN 411	192.168.192.0-192.168.192.255	255.255.255.0	250
VLAN 412	192.168.193.0-192.168.193.255	255.255.255.0	250
<b>SEDE 42</b>	<b>RANGO IP</b>	<b>MASCARA</b>	<b>HOST</b>
VLAN 421	192.168.194.0-192.168.194.255	255.255.255.0	250
VLAN 422	192.168.195.0-192.168.195.255	255.255.255.0	250
<b>SEDE 43</b>	<b>RANGO IP</b>	<b>MASCARA</b>	<b>HOST</b>
VLAN 431	192.168.196.0-192.168.196.255	255.255.255.0	250
VLAN 432	192.168.197.0-192.168.197.255	255.255.255.0	250
<b>SEDE 44</b>	<b>RANGO IP</b>	<b>MASCARA</b>	<b>HOST</b>
VLAN 441	192.168.198.0-192.168.198.255	255.255.255.0	250
VLAN 442	192.168.199.0-192.168.199.255	255.255.255.0	250
<b>SEDE 45</b>	<b>RANGO IP</b>	<b>MASCARA</b>	<b>HOST</b>
VLAN 451	192.168.200.0-192.168.200.255	255.255.255.0	250
VLAN 452	192.168.201.0-192.168.201.255	255.255.255.0	250
<b>SEDE 46</b>	<b>RANGO IP</b>	<b>MASCARA</b>	<b>HOST</b>
VLAN 461	192.168.202.0-192.168.202.255	255.255.255.0	250
VLAN 462	192.168.203.0-192.168.203.255	255.255.255.0	250
<b>SEDE 47</b>	<b>RANGO IP</b>	<b>MASCARA</b>	<b>HOST</b>
VLAN 471	192.168.204.0-192.168.204.255	255.255.255.0	250
VLAN 472	192.168.205.0-192.168.205.255	255.255.255.0	250
<b>SEDE 48</b>	<b>RANGO IP</b>	<b>MASCARA</b>	<b>HOST</b>
VLAN 481	192.168.206.0-192.168.206.255	255.255.255.0	250
VLAN 482	192.168.207.0-192.168.207.255	255.255.255.0	250
<b>SEDE 49</b>	<b>RANGO IP</b>	<b>MASCARA</b>	<b>HOST</b>
VLAN 491	192.168.208.0-192.168.208.255	255.255.255.0	250
VLAN 492	192.168.209.0-192.168.209.255	255.255.255.0	250
<b>SEDE 50</b>	<b>RANGO IP</b>	<b>MASCARA</b>	<b>HOST</b>
VLAN 501	192.168.210.0-192.168.210.255	255.255.255.0	250
VLAN 502	192.168.211.0-192.168.211.255	255.255.255.0	250

**Tabla 4.** Direccionamiento IP de las vlans de las sedes de la empresa

## 9. BIBLIOGRAFÍA

Academy, C. N. *CCNP ROUTE: Implementing IP Routing. Chapter 3: Configuring the Open Shortest Path First Protocol* [diapositiva]. Cisco System, Inc. 2007. 193 diapositivas, col.

CISCO. (10 de Agosto de 2005). *OSPF Design Guide*. Obtenido de <http://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/ip/open-shortest-path-first-ospf/7039-1.html#t31>

CISCO. (Septiembre de 2009). *Chapter: Configuring HSRP*. Obtenido de [http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/switches/lan/catalyst3560/software/release/12-2\\_52\\_se/configuration/guide/3560scg/swhsrp.html](http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/switches/lan/catalyst3560/software/release/12-2_52_se/configuration/guide/3560scg/swhsrp.html)