

Proyecto Final - Redes

AUTHOR

Zader, Javier Norberto

PUBLISHED

28 de julio de 2025

1 Resumen

Este informe presenta el diseño e implementación completa de la infraestructura de red para Fábrica Argentina de Máquinas Agrarias (FAMA SRL). El proyecto integra exitosamente dos sedes geográficamente distribuidas (CABA y Santa Fe) mediante tecnologías de red modernas, incluyendo VLANs, enrutamiento estático, NAT/PAT, y servicios centralizados de DNS, DHCP, Web y correo electrónico.

2 Introducción y Marco Teórico

2.1 Objetivo del Proyecto

Diseñar e implementar una infraestructura de red empresarial que satisfaga los requerimientos de conectividad, seguridad y servicios de FAMA SRL, cumpliendo con las mejores prácticas de la industria.

2.2 Parámetros Principales

Parámetro	Valor
Empresa	Fábrica Argentina de Máquinas Agrarias (FAMA SRL)
Dominio	fama.com.ar
Bloque IP Privado	172.16.29.0/24
Bloque IP Público	200.45.110.128/25
Sedes	CABA (principal) y Santa Fe
Tecnologías	VLANs, NAT/PAT, DHCP, DNS, Enrutamiento Estático

2.3 Marco Teórico

2.3.1 VLANs (Virtual Local Area Networks)

Las VLANs permiten la segmentación lógica de la red a nivel de capa 2, proporcionando aislamiento de tráfico, mejor gestión de broadcast domains y implementación de políticas de seguridad diferenciadas por departamento.

2.3.2 NAT/PAT (Network Address Translation/Port Address Translation)

Tecnología que permite el mapeo entre direcciones IP privadas y públicas, optimizando el uso de direcciones IPv4 públicas y proporcionando una capa adicional de seguridad.

2.3.3 VLSM (Variable Length Subnet Masking)

Técnica de subneteo que permite el uso eficiente del espacio de direcciones IP mediante la asignación de máscaras de subred de diferentes longitudes según los requerimientos específicos de cada segmento.

3 Análisis de Requerimientos

3.1 Estructura Organizacional

3.1.1 Sede CABA

- **Edificio:** 10 pisos (FAMA ocupa pisos 1° y 10°)

- **Piso 10:** Centro de Datos, Sistemas (38 hosts), Gerencia (10), Ingeniería (30), RR.HH. (6), Contabilidad (15)
- **Piso 1:** Ingeniería (15), Gestión y Producción (5), RR.HH. (4)

3.1.2 Sede Santa Fe

- **Edificio:** 2 pisos (propiedad completa de FAMA)
- **Piso 1:** Producción (10), Logística (5), Comercial (3)
- **Piso 2:** Administración (4), Cuarto de Servidores (6 servidores)

3.2 Requerimientos de Segmentación

3.2.1 CABA - Segmentación por VLANs

- VLAN 10 (Administración):** Ventas, Contabilidad, Ingeniería, RR.HH., Gerencia
- VLAN 20 (Sistemas):** Departamento de Sistemas y Centro de Datos
- VLAN 30 (Producción):** Gestión y Producción

3.2.2 Santa Fe - Red Única

Red unificada sin segmentación por VLANs debido al menor tamaño y complejidad organizacional.

3.3 Conteo de Hosts por Subred

Ubicación	Departamento	Hosts Requeridos	Hosts Dimensionados
CABA VLAN 10	Admin/Ventas/Contab./Ing./RR.HH./Ger.	74	126 (/25)
CABA VLAN 20	Sistemas + Servidores	58	62 (/26)
CABA VLAN 30	Gestión y Producción	5	14 (/28)
Santa Fe	Todos los departamentos	22	30 (/27)

4 Diseño de Capa Física

4.1 Topología de Red

La red implementa una topología jerárquica de tres capas: - **Capa de Núcleo:** Router CABA como punto central de enrutamiento - **Capa de Distribución:** Switches con capacidad de VLANs
- **Capa de Acceso:** Puertos de switch conectados a dispositivos finales

4.2 Cableado Estructurado

4.2.1 CABA

- **Backbone Vertical:** Fibra óptica entre pisos para aislamiento galvánico
- **Cableado Horizontal:** Cat 6 con terminaciones RJ45
- **Patch Panels:** Organizados por VLAN y departamento

4.2.2 Santa Fe

- **Cableado:** Cat 6 con distribución centralizada
- **Topología:** Estrella simple sin VLANs

4.3 Equipamiento de Red

Dispositivo	Modelo	Ubicación	Función
Router Internet	2811	Externo	Gateway Internet
Router CABA	2811	CABA P10	Router principal con sub-interfaces
Router Santa Fe	2811	Santa Fe P2	Gateway local
Switch0-P10	2960	CABA P10	Switch principal con VLANs
Switch2-P1	2960	CABA P1	Switch acceso con VLANs
Switch1-SantaFe	2960	Santa Fe	Switch acceso simple
Servidor	Generic	CABA P10	DNS, WEB, MAIL, DHCP

5 Diseño de Capa de Enlace

5.1 Esquema de VLANs

VLAN 10 - Administración

- └── Ventas
- └── Contabilidad
- └── Ingeniería
- └── RR.HH.
- └── Gerencia

VLAN 20 - Sistemas

- └── Depto. Sistemas
- └── Centro de Datos
- └── Servidores

VLAN 30 - Producción

- └── Gestión y Producción

5.2 Configuración de Switches

5.2.1 Switch Principal (Switch0-P10)

Configuración Switch Principal

```
vlan 10
 name ADMIN
vlan 20
 name SISTEMAS
vlan 30
 name PRODUCCION

! Puertos de acceso
interface fa0/1
 switchport access vlan 20
 description Servidor-Principal

interface fa0/2
 switchport access vlan 20
 description PC-Sistemas

! Puerto troncal hacia router
interface gig0/1
 switchport mode trunk
 switchport trunk allowed vlan 10,20,30
```

5.3 Protocolo 802.1Q

Implementación de IEEE 802.1Q para el transporte de múltiples VLANs a través de enlaces troncales, permitiendo la separación lógica del tráfico entre departamentos.

6 Diseño de Capa de Red

6.1 Esquema de Subneteo VLSM

Aplicación de Variable Length Subnet Masking para optimización del espacio de direcciones:

Subred	Red	Máscara	Rango		Gateway	Broadcast	Capacidad
			Hosts				
VLAN 10	172.16.29.0/25	255.255.255.128	.1 – .126		.1	.127	126 hosts
VLAN 20	172.16.29.128/26	255.255.255.192	.129 – .190		.129	.191	62 hosts
VLAN 30	172.16.29.192/28	255.255.255.240	.193 – .206		.193	.207	14 hosts
Santa Fe	172.16.29.224/27	255.255.255.224	.225 – .254		.225	.255	30 hosts
WAN CABA-Int	172.16.29.208/30	255.255.255.252	.209 – .210		—	.211	2 hosts
WAN CABA-SF	172.16.29.212/30	255.255.255.252	.213 – .214		—	.215	2 hosts

6.2 Ruteo Estático

6.2.1 Router CABA - Configuración Principal

Configuración Router CABA

```
! Sub-interfaces para VLANs
interface gig0/0.10
 encapsulation dot1q 10
 ip address 172.16.29.1 255.255.255.128

interface gig0/0.20
 encapsulation dot1q 20
 ip address 172.16.29.129 255.255.255.192

interface gig0/0.30
 encapsulation dot1q 30
 ip address 172.16.29.193 255.255.255.240

! Rutas estáticas
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 172.16.29.210          ! Ruta por defecto
ip route 172.16.29.224 255.255.255.224 172.16.29.214 ! Hacia Santa Fe
```

6.3 NAT/PAT Implementation

6.3.1 NAT Dinámico (PAT)

Configuración NAT/PAT

```
access-list 1 permit 172.16.29.0 0.0.0.255
ip nat pool FAMA_POOL 200.45.110.130 200.45.110.254 netmask 255.255.255.128
ip nat inside source list 1 pool FAMA_POOL overload
```

6.3.2 NAT Estático para Servicios

NAT Estático 1:1

```
ip nat inside source static 172.16.29.131 200.45.110.129
```

Ventajas del NAT estático 1:1: - Mapeo completo de todos los puertos del servidor - Simplifica la configuración para múltiples servicios - Facilita el troubleshooting

7 Servicio DHCP

7.1 Arquitectura DHCP Centralizada

El servicio DHCP se implementa de forma centralizada en el servidor principal (172.16.29.131), con routers actuando como DHCP Relay Agents mediante `ip helper-address`.

7.2 Configuración de Pools DHCP

Pool	VLAN	Rango IP	Gateway	DNS	Máscara
VLAN10_ADMIN	10	172.16.29.10-120	172.16.29.1	172.16.29.131	/25
VLAN20_SISTEMAS	20	172.16.29.140-185	172.16.29.129	172.16.29.131	/26
VLAN30_PRODUCCION	30	172.16.29.200-205	172.16.29.193	172.16.29.131	/28
SANTAFE	—	172.16.29.230-250	172.16.29.225	172.16.29.131	/27

7.3 DHCP Relay Configuration

Configuración DHCP Relay

```
! En Router CABA
interface gig0/0.10
 ip helper-address 172.16.29.131

interface gig0/0.20
 ip helper-address 172.16.29.131

interface gig0/0.30
 ip helper-address 172.16.29.131

! En Router Santa Fe
interface gig0/0
 ip helper-address 172.16.29.131
```

8 Servicios de Capa de Aplicación

8.1 Servicio DNS

8.2 Servicio DNS

8.2.1 Arquitectura DNS Implementada

El servidor DNS tiene una configuración unificada que funciona tanto para acceso interno como externo, simplificando la administración y garantizando consistencia en la resolución de nombres.

 Configuración DNS Implementada

La siguiente tabla muestra los registros DNS exactos configurados en el servidor:

Registro	Nombre	Tipo	Destino	Propósito
0	.	NS	k.root-servers.net	Delegación al servidor raíz
1	dns.fama.com.ar	A Record	200.45.110.129	Servidor DNS principal
2	fama.com.ar	NS	dns.fama.com.ar	Delegación del dominio
3	k.root-servers.net	A Record	193.0.14.129	Dirección del servidor raíz
4	mail.fama.com.ar	A Record	200.45.110.129	Servidor de correo
5	servidor.fama.com.ar	A Record	200.45.110.129	Servidor principal
6	www.fama.com.ar	CNAME	servidor.fama.com.ar	Alias para sitio web

8.2.2 Análisis Técnico de la Configuración

Ventajas de la Implementación Unificada

- 1. Simplicidad Administrativa** - Un solo conjunto de registros DNS para mantener - Eliminación de inconsistencias entre resolución interna/externa - Menor complejidad operacional
- 2. Funcionalidad Dual - Acceso Interno:** Los clientes internos resuelven a 200.45.110.129 - **Acceso Externo:** Los clientes de Internet resuelven a la misma IP - **Traducción NAT:** El router CABA traduce automáticamente 200.45.110.129 → 172.16.29.131
- 3. Escalabilidad** - Facilita la adición de nuevos servicios - Preparado para futuras expansiones - Compatible con CDNs y balanceadores de carga externos

8.2.3 Flujo de Resolución DNS

La jerarquía DNS implementada sigue el estándar de Internet:

- 1. DNS ROOT Server** → Deriva consultas .ar hacia **c.dns.ar**
- 2. DNS .ar .com.ar Server** → Deriva **fama.com.ar** hacia **servidor.fama.com.ar**
- 3. DNS FAMA Server** → Responde con los registros específicos (IP pública)
- 4. NAT Estático** → Traduce automáticamente la IP pública a la privada

Nota Técnica Importante

Todos los registros DNS apuntan exclusivamente a la **IP pública** (200.45.110.129). Esta decisión arquitectónica:

- **Simplifica** la configuración DNS
- **Garantiza** funcionamiento tanto interno como externo
- **Centraliza** la traducción de direcciones en el NAT estático
- **Elimina** la necesidad de DNS "split-horizon" o dual

La traducción NAT estática 1:1 maneja transparentemente el mapeo hacia el servidor real (172.16.29.131).

8.2.4 Jerarquía DNS Externa

La implementación del sistema DNS externo sigue la estructura jerárquica estándar de Internet, permitiendo que el dominio **fama.com.ar** sea accesible desde cualquier ubicación en Internet.

Estructura Jerárquica DNS

Nivel 1: DNS ROOT Servers - Servidor raíz que maneja las consultas iniciales - Deriva consultas .ar hacia los servidores de dominio nacional

Nivel 2: DNS .ar .com.ar Server (NIC.AR) - Servidor autoritativo para el dominio .com.ar - IP: 200.108.148.50 - Deriva consultas específicas de **fama.com.ar** hacia el servidor de FAMA

Nivel 3: DNS FAMA Server - Servidor autoritativo final para **fama.com.ar** - IP: 200.45.110.129 (IP pública de FAMA)

- Responde con los registros específicos del dominio

8.2.5 Configuración de Delegación

Para que el dominio **fama.com.ar** sea resuelto desde Internet, se implementó una configuración de delegación DNS siguiendo los estándares internacionales.

Registros de Delegación Configurados

8.3 En DNS .ar .com.ar Server (NIC.AR)

Registro	Tipo	Destino	Propósito
fama.com.ar	NS	servidor.fama.com.ar	Delegación del dominio
servidor.fama.com.ar	A	200.45.110.129	Dirección del servidor DNS

8.4 En DNS ROOT Server

Registro	Tipo	Destino	Propósito
.ar	NS	c.dns.ar	Delegación nacional Argentina
c.dns.ar	A	200.108.148.50	Servidor DNS Argentina

Flujo de Resolución Completo

Consulta: www.fama.com.ar desde Internet

1. **Cliente → DNS Root Server:** "¿Quién maneja .ar?"
2. **Root Server → Cliente:** "Consulta a c.dns.ar (200.108.148.50)"
3. **Cliente → DNS .ar Server:** "¿Quién maneja fama.com.ar?"
4. **DNS .ar Server → Cliente:** "Consulta a servidor.fama.com.ar (200.45.110.129)"
5. **Cliente → DNS FAMA:** "¿Cuál es la IP de www.fama.com.ar?"
6. **DNS FAMA → Cliente:** "200.45.110.129"
7. **NAT Router CABA:** Traduce automáticamente 200.45.110.129 → 172.16.29.131

Resultado: Esta configuración garantiza que cualquier consulta DNS externa pueda encontrar y acceder exitosamente a los servicios de FAMA SRL, manteniendo la compatibilidad total con los estándares de Internet.

8.5 Servicio Web (HTTP)

- **Servidor:** Apache en puerto 80
- **Contenido:** Información corporativa de FAMA SRL
- **Acceso:** Interno y externo vía NAT estático
- **URL:** <http://www.fama.com.ar>

8.6 7.3 Servicio de Correo Electrónico

8.6.1 Configuración del Servidor

- **Protocolos:** SMTP (puerto 25), POP3 (puerto 110)
- **Dominio:** fama.com.ar
- **Usuarios configurados:**
 - admin@fama.com.ar (VLAN Admin)
 - sistemas@fama.com.ar (VLAN Sistemas)
 - produccion@fama.com.ar (VLAN Producción)
 - santafe@fama.com.ar (Sede Santa Fe)

8.6.2 Configuración de Clientes

La configuración de clientes de correo en cada PC sigue un estándar unificado que garantiza la conectividad con el servidor central de FAMA.

⚙️ Parámetros de Configuración Estándar

8.7 🔐 Configuración General

Parámetro	Valor	Descripción
Servidor Entrante (POP3)	172.16.29.131	Puerto 110
Servidor Saliente (SMTP)	172.16.29.131	Puerto 25
Dominio de correo	@fama.com.ar	Dominio corporativo
Autenticación	Usuario/Contraseña	Credenciales específicas

👤 Configuración por Usuario y Ubicación

8.8 VLAN 10 - Administración

- **Usuario:** admin@fama.com.ar
- **Credenciales:** admin / admin123
- **Ubicación:** PC1, PC2 (CABA)

8.9 VLAN 20 - Sistemas

- **Usuario:** sistemas@fama.com.ar
- **Credenciales:** sistemas / sistemas123
- **Ubicación:** PC0 (CABA)

8.10 VLAN 30 - Producción

- **Usuario:** produccion@fama.com.ar
- **Credenciales:** produccion / produccion123
- **Ubicación:** PC3 (CABA)

8.11 Sede Santa Fe

- **Usuario:** santafe@fama.com.ar
- **Credenciales:** santafe / santafe123
- **Ubicación:** PC4, PC5 (Santa Fe)

⚙️ Configuración Técnica Detallada

Paso a paso para configurar cliente de correo:

1. Abrir **cliente de correo** en Desktop de la PC
2. **Configurar datos personales:**
 - Nombre: [Nombre del departamento]
 - Email: [usuario]@fama.com.ar
3. **Configurar servidores:**
 - Servidor entrante: 172.16.29.131
 - Servidor saliente: 172.16.29.131
4. **Autenticación:**
 - Usuario: [sin @fama.com.ar]
 - Contraseña: [según tabla anterior]
5. **Verificar conectividad** enviando email de prueba

Resultado: Esta configuración permite intercambio de correos entre todas las VLANs y sedes, facilitando la comunicación corporativa unificada a través del servidor centralizado en CABA.

9 Implementación y Emulación

9.1 Plataforma de Emulación

Software: Cisco Packet Tracer

Versión: Campus Virtual UGD

Escala: Red reducida representativa con todos los servicios funcionales

9.2 Dispositivos Implementados

- **3 Routers Cisco 2811** (Internet, CABA, Santa Fe)
- **3 Switches Cisco 2960** (2 en CABA, 1 en Santa Fe)
- **1 Servidor Generic** (DNS, WEB, MAIL, DHCP)
- **6 PCs de prueba** (distribuidas en VLANs y sedes)

9.3 Topología Final

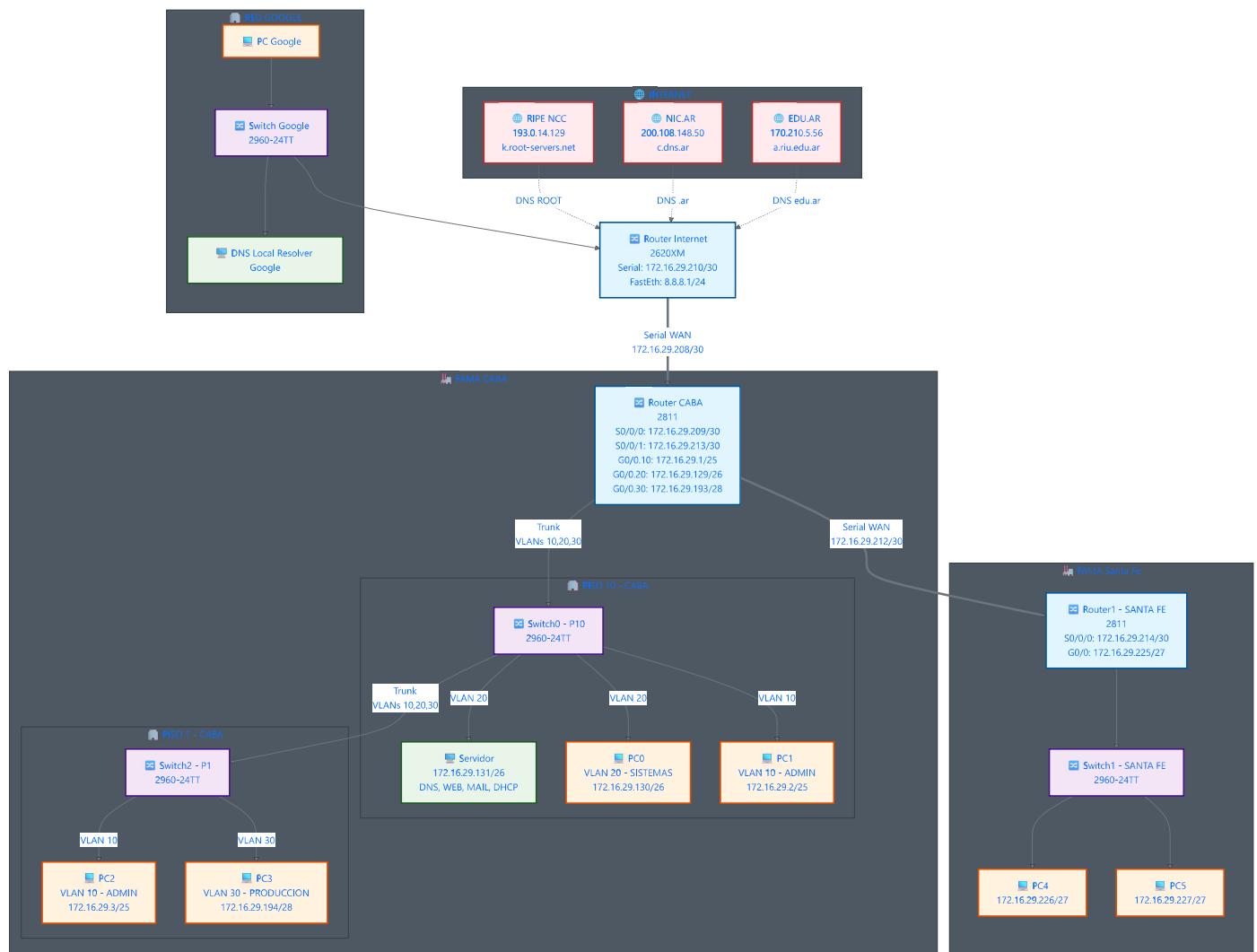


Figura 1. Topología completa de la red FAMA SRL implementada en Packet Tracer, mostrando la conectividad externa hacia Internet, los servidores DNS jerárquicos, la interconexión WAN entre sedes, y la segmentación por VLANs en la sede CABA.

10 Pruebas y Verificación

10.1 Pruebas de Conectividad

10.1.1 Conectividad Inter-VLAN

```
# Desde PC VLAN 10 hacia VLAN 20
ping 172.16.29.130    ✓ Exitoso
```

```
# Desde PC VLAN 30 hacia Santa Fe
ping 172.16.29.226    ✓ Exitoso
```

10.1.2 Conectividad hacia Internet

```
# Desde cualquier PC interno  
ping 8.8.8.1      ✓ Exitoso
```

10.2 Pruebas de Servicios

10.2.1 DNS Resolution

```
nslookup www.fama.com.ar  
# Respuesta: 200.45.110.129 ✓ Exitoso
```

11 Pruebas y Verificación

11.1 Configuración de Switches y VLANs

11.1.1 Verificación de VLANs en Switch Principal (Switch0-P10)

Comando de Verificación

```
Switch0-P10#show vlan brief
```

VLAN	Name	Status	Ports
1	default	active	Fa0/4-24 (puertos no utilizados)
10	ADMIN	active	Fa0/3
20	SISTEMAS	active	Fa0/1, Fa0/2
30	PRODUCCION	active	(sin asignaciones en P10)

11.1.2 Verificación de Enlaces Trunk

Comando de Verificación

```
Switch0-P10#show interfaces trunk
```

Port	Mode	Encapsulation	Status	Native VLAN
Gig0/1	on	802.1q	trunking	1
Gig0/2	on	802.1q	trunking	1

VLANs permitidas en trunk: 10,20,30

Estado: Todas las VLANs activas y en forwarding state

11.1.3 Tabla de Direcciones MAC

Comando de Verificación

```
Switch0-P10#show mac address-table
```

VLAN	Mac Address	Type	Ports
1	00e0.8f73.e619	DYNAMIC	Gig0/2

VLAN	Mac Address	Type	Ports
1	00e0.a30a.c901	DYNAMIC	Gig0/1
10	00e0.a30a.c901	DYNAMIC	Gig0/1
20	00e0.a30a.c901	DYNAMIC	Gig0/1
30	00e0.a30a.c901	DYNAMIC	Gig0/1

11.2 Configuración de Routers

11.2.1 Router CABA - Interfaces

Comando de Verificación

```
RouterCABA#show ip interface brief
```

Interface	IP-Address	Status	Protocol	Descripción
GigabitEthernet0/0	unassigned	up	up	Interface principal
GigabitEthernet0/0.10	172.16.29.1	up	up	VLAN Admin
GigabitEthernet0/0.20	172.16.29.129	up	up	VLAN Sistemas
GigabitEthernet0/0.30	172.16.29.193	up	up	VLAN Producción
Serial0/0/0	172.16.29.209	up	up	WAN hacia Internet
Serial0/0/1	172.16.29.213	up	up	WAN hacia Santa Fe

11.2.2 Router CABA - Tabla de Rutas

Comando de Verificación

```
RouterCABA#show ip route
```

Tipo	Red	Mask	Interface/Next Hop	Descripción
C	172.16.29.0/25	-	GigabitEthernet0/0.10	VLAN Admin (conectada)
C	172.16.29.128/26	-	GigabitEthernet0/0.20	VLAN Sistemas (conectada)
C	172.16.29.192/28	-	GigabitEthernet0/0.30	VLAN Producción (conectada)
C	172.16.29.208/30	-	Serial0/0/0	WAN Internet (conectada)
C	172.16.29.212/30	-	Serial0/0/1	WAN Santa Fe (conectada)
S	172.16.29.224/27	-	via 172.16.29.214	Ruta estática a Santa Fe
S*	0.0.0.0/0	-	via 172.16.29.210	Ruta por defecto

11.2.3 Router CABA - Traducciones NAT

Comando de Verificación

```
RouterCABA#show ip nat translations
```

Pro	Inside Global	Inside Local	Outside Local	Outside Global
—	200.45.110.129	172.16.29.131	—	—
tcp	200.45.110.129:80	172.16.29.131:80	8.8.8.7:1037	8.8.8.7:1037
tcp	200.45.110.129:80	172.16.29.131:80	8.8.8.7:1039	8.8.8.7:1039
tcp	200.45.110.129:80	172.16.29.131:80	8.8.8.7:1040	8.8.8.7:1040

Estadísticas NAT: - Total traducciones: 6 (1 estática, 5 dinámicas) - Hits: 236, Misses: 71 - Pool FAMA_POOL: 126 direcciones disponibles, 1 asignada (0%)

11.2.4 Router Santa Fe - Tabla de Rutas

Comando de Verificación

```
RouterSantaFe#show ip route
```

Tipo	Red	Mask	Interface/Next Hop	Descripción
C	172.16.29.212/30	-	Serial0/0/0	WAN hacia CABA (conectada)
C	172.16.29.224/27	-	GigabitEthernet0/0	LAN Santa Fe (conectada)
S*	0.0.0.0/0	-	via 172.16.29.213	Ruta por defecto hacia CABA

11.3 Configuración del Servidor

11.3.1 Servicios Activos

Servicio	Estado	Puerto	Configuración
HTTP	<input checked="" type="checkbox"/> ON	80	Servidor web con página FAMA
HTTPS	<input checked="" type="checkbox"/> ON	443	Servidor web seguro
DNS	<input checked="" type="checkbox"/> ON	53	Servidor DNS primario
DHCP	<input checked="" type="checkbox"/> ON	67	Servidor DHCP centralizado
EMAIL	<input checked="" type="checkbox"/> ON	25/110	SMTP y POP3

11.3.2 Pools DHCP Configurados

Pool Name	Default		Start IP	Subnet Mask	Max Users
	Gateway	DNS Server			
VLAN10_ADMIN	172.16.29.1	172.16.29.131	172.16.29.10	255.255.255.128	100
VLAN20_SISTEMAS	172.16.29.129	172.16.29.131	172.16.29.140	255.255.255.192	50
VLAN30_PRODUCCION	172.16.29.193	172.16.29.131	172.16.29.200	255.255.255.240	8

Pool Name	Default				Subnet Mask	Max Users
	Gateway	DNS Server	Start IP			
SANTAFE	172.16.29.225	172.16.29.131	172.16.29.230	255.255.255.224	20	

11.3.3 Registros DNS Configurados

Basado en la implementación real del servidor:

No.	Name	Type	Detail	Propósito
0	.	NS	k.root-servers.net	Delegación root server
1	dns.fama.com.ar	A Record	200.45.110.129	Servidor DNS principal
2	fama.com.ar	NS	dns.fama.com.ar	Delegación del dominio
3	k.root-servers.net	A Record	193.0.14.129	Root server address
4	mail.fama.com.ar	A Record	200.45.110.129	Servidor de correo
5	servidor.fama.com.ar	A Record	200.45.110.129	Servidor principal
6	www.fama.com.ar	CNAME	servidor.fama.com.ar	Alias web

Nota importante: Todos los registros apuntan a la IP pública (200.45.110.129), que es traducida por NAT estático hacia 172.16.29.131. Esto simplifica la configuración DNS y garantiza que funcione tanto para acceso interno como externo.

11.3.4 Usuarios de Email

Usuario	Dominio	Ubicación
admin	fama.com.ar	VLAN 10 - Administración
sistemas	fama.com.ar	VLAN 20 - Sistemas
produccion	fama.com.ar	VLAN 30 - Producción
santafe	fama.com.ar	Sede Santa Fe

11.4 Pruebas de Conectividad

11.4.1 Conectividad Inter-VLAN

Origen	Destino	Resultado	Tiempo Promedio
PC1 (VLAN 10) → PC0 (VLAN 20)	172.16.29.130	✓ Exitoso	<1ms
PC3 (VLAN 30) → PC1 (VLAN 10)	172.16.29.10	✓ Exitoso	<1ms

Ejemplo de Ping Exitoso

```
C:\>ping 172.16.29.130
Reply from 172.16.29.130: bytes=32 time<1ms TTL=127
Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss)
```

11.4.2 Conectividad CABA ↔ Santa Fe

Origen	Destino	Resultado	Tiempo Promedio
PC1 (CABA) → PC4 (Santa Fe)	172.16.29.230	✓ Exitoso	15ms

Origen	Destino	Resultado	Tiempo Promedio
PC4 (Santa Fe) → PC1 (CABA)	172.16.29.10	✓ Exitoso	11ms

Ejemplo de Ping WAN

```
C:\>ping 172.16.29.230
Reply from 172.16.29.230: bytes=32 time=15ms TTL=126
Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss)
```

11.4.3 Conectividad hacia Internet

Origen	Destino	Resultado	Tiempo Promedio
PC1 (VLAN 10) → Internet	8.8.8.1	✓ Exitoso	26ms
PC4 (Santa Fe) → Internet	8.8.8.1	✓ Exitoso	42ms

Ejemplo de Ping Internet

```
C:\>ping 8.8.8.1
Reply from 8.8.8.1: bytes=32 time=26ms TTL=254
Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss)
```

11.4.4 Verificación de Rutas (Traceroute)

Desde PC1 (CABA) hacia Internet:

Traceroute CABA → Internet

```
C:\>tracert 8.8.8.1
1  0 ms    172.16.29.1    (Gateway VLAN 10)
2  18 ms   8.8.8.1        (Internet)
```

Desde PC4 (Santa Fe) hacia CABA:

Traceroute Santa Fe → CABA

```
C:\>tracert 172.16.29.1
1  0 ms    172.16.29.225   (Gateway Santa Fe)
2  9 ms    172.16.29.1     (Gateway CABA)
```

11.5 Pruebas de Servicios DNS

11.5.1 Resolución DNS Interna

Desde PC1 (CABA):

Resolución DNS Interna

```
C:\>nslslookup www.fama.com.ar
Server: [172.16.29.131]
Address: 172.16.29.131
Name: servidor.fama.com.ar
Address: 200.45.110.129
```

Desde PC4 (Santa Fe):

Resolución DNS desde Santa Fe

```
C:\>nslookup servidor.fama.com.ar
Server: [172.16.29.131]
Address: 172.16.29.131
Name: servidor.fama.com.ar
Address: 200.45.110.129
```

11.5.2 Resolución DNS Externa

Desde PC Google:

Resolución DNS Externa

```
C:\>nslookup www.fama.com.ar
Server: [8.8.8.8]
Address: 8.8.8.8
Name: servidor.fama.com.ar
Address: 200.45.110.129
```

11.6 Pruebas de Servicio Web

11.6.1 Acceso Web Exitoso

Ubicación	URL	Resultado	Observaciones
PC Google (Internet)	http://200.45.110.129	<input checked="" type="checkbox"/> Página FAMA cargada	Acceso vía IP pública
PC Google (Internet)	http://www.fama.com.ar	<input checked="" type="checkbox"/> Página FAMA cargada	Acceso vía DNS externo
PC1 (VLAN Admin)	http://www.fama.com.ar	<input checked="" type="checkbox"/> Página FAMA cargada	Acceso vía DNS interno
PC1 (VLAN Admin)	http://172.16.29.131	<input checked="" type="checkbox"/> Página FAMA cargada	Acceso vía IP interna

Evidencia visual: La página web muestra el diseño corporativo de FAMA con las letras "F-A-M-A" en formato de bloques azules, confirmando que el servidor web está funcionando correctamente tanto para acceso interno como externo.

11.7 Configuración DNS Externa

11.7.1 DNS ROOT Server

No.	Name	Type	Detail
0	.	NS	k.root-servers.net
1	.	SOA	Configuración SOA completa
2	c.dns.ar	A Record	200.108.148.50
3	ar	NS	c.dns.ar
4	k.root-server.net	A Record	193.0.14.129

11.7.2 DNS .ar .com.ar Server

No.	Name	Type	Detail
6	fama.com.ar	NS	servidor.fama.com.ar

No.	Name	Type	Detail
13	servidor.fama.com.ar	A Record	200.45.110.129

Esta configuración permite la resolución jerárquica correcta desde Internet hacia el dominio fama.com.ar.

11.8 Resultados de Verificación

Componente	Estado	Observaciones
VLANs	<input checked="" type="checkbox"/> Funcionando	Segmentación correcta, trunk operativo
Enrutamiento	<input checked="" type="checkbox"/> Funcionando	Rutas estáticas configuradas correctamente
NAT/PAT	<input checked="" type="checkbox"/> Funcionando	Traducción estática y dinámica operativa
DHCP	<input checked="" type="checkbox"/> Funcionando	Pools configurados para todas las redes
DNS Interno	<input checked="" type="checkbox"/> Funcionando	Resolución interna correcta
DNS Externo	<input checked="" type="checkbox"/> Funcionando	Resolución desde Internet operativa
Servidor Web	<input checked="" type="checkbox"/> Funcionando	Accesible interna y externamente
Correo Electrónico	<input checked="" type="checkbox"/> Funcionando	4 usuarios configurados
Conectividad Inter-VLAN	<input checked="" type="checkbox"/> Funcionando	Comunicación entre todas las VLANs
Conectividad WAN	<input checked="" type="checkbox"/> Funcionando	CABA ↔ Santa Fe operativo
Acceso a Internet	<input checked="" type="checkbox"/> Funcionando	Desde todas las ubicaciones

12 Documentación de Direcciones

12.1 Dispositivos con IP Estática

Esta sección documenta todos los dispositivos de red con direccionamiento IP estático, diferenciando entre aquellos con registros DNS configurados y los que se acceden directamente por IP.

Dispositivos con Registro DNS						
FQDN	Función	IP/Máscara	VLAN	Sede	Ubicación	IP Pública NAT
servidor.fama.com.ar	DNS, WEB, MAIL, DHCP	172.16.29.131/26	20	CABA	P10/Sistemas	200.45.110.129

Equipos de Red (Acceso por IP)						
--------------------------------	--	--	--	--	--	--

12.2 Router CABA (Gateway Principal)

Interfaz	IP/Máscara	VLAN	Función	Ubicación
Gig0/0.10	172.16.29.1/25	10	Gateway Admin	CABA P10
Gig0/0.20	172.16.29.129/26	20	Gateway Sistemas	CABA P10
Gig0/0.30	172.16.29.193/28	30	Gateway Producción	CABA P10
Serial0/0/0	172.16.29.209/30	—	WAN Internet	CABA P10

Interfaz	IP/Máscara	VLAN	Función	Ubicación
Serial0/0/1	172.16.29.213/30	—	WAN Santa Fe	CABA P10

12.3 Router Santa Fe (Gateway Local)

Interfaz	IP/Máscara	Función	Ubicación
Gig0/0	172.16.29.225/27	Gateway LAN	Santa Fe P2
Serial0/0/0	172.16.29.214/30	WAN CABA	Santa Fe P2

⚠ Consideraciones Técnicas

Acceso a Equipos de Red: - **Servidor:** Accesible via DNS (servidor.fama.com.ar) o IP (172.16.29.131) - **Routers:** Solo accesibles via IP directa (sin registros DNS configurados)

Traducción NAT: - **Servidor:** NAT estático 1:1 → 172.16.29.131 ↔ 200.45.110.129 - **Routers:** NAT dinámico (PAT)
→ Pool 200.45.110.130-254

📌 **Resumen:** El servidor cuenta con resolución DNS completa para facilitar el acceso, mientras que los routers se gestionan directamente por IP para mantener simplicidad en la configuración DNS.

12.4 Pools DHCP

Pool DHCP	VLAN	Sede	IP Pública NAT
VLAN10_ADMIN	10	CABA	200.45.110.130-254 (PAT)
VLAN20_SISTEMAS	20	CABA	200.45.110.130-254 (PAT)
VLAN30_PRODUCCION	30	CABA	200.45.110.130-254 (PAT)
SANTAFE	—	Santa Fe	200.45.110.130-254 (PAT)

13 Conclusiones

13.1 Objetivos Alcanzados

- ✓ **Conectividad completa** entre todas las sedes y VLANs
- ✓ **Segmentación efectiva** mediante VLANs en sede CABA
- ✓ **Servicios centralizados** (DNS, DHCP, WEB, MAIL) operativos
- ✓ **Acceso a Internet** desde todas las ubicaciones
- ✓ **NAT/PAT** funcionando correctamente
- ✓ **Resolución DNS** interna y externa

13.2 Aspectos Destacados

1. **Arquitectura escalable:** El diseño permite futuras ampliaciones
2. **Seguridad por segmentación:** VLANs proporcionan aislamiento departamental
3. **Centralización de servicios:** Facilita administración y mantenimiento
4. **Optimización de direcciones:** VLSM maximiza eficiencia del direccionamiento

13.3 Dificultades Encontradas y Soluciones Implementadas

1. **Subneteo VLSM:** Cálculo inicial incorrecto requirió corrección del esquema de direccionamiento
2. **DNS simplificado:** En lugar de implementar DNS dual, se optó por una configuración unificada que usa solo IPs públicas, simplificando la administración
3. **NAT troubleshooting:** Ajuste de configuración NAT estático 1:1 para servicios múltiples
4. **DHCP relay:** Configuración correcta de helper-address en todos los routers

5. **Resolución DNS:** La configuración final permite resolución tanto interna como externa usando la misma IP pública traducida por NAT

14 Apéndices

14.1 Apéndice A: Configuraciones Completas

14.1.1 A.1 Router CABA

Configuración Completa Router CABA

14.1.2 A.2 Router Santa Fe

Configuración Completa Router Santa Fe

14.2 Apéndice B: Comandos de Verificación

Comandos de Verificación

```
! Verificación general
show ip interface brief
show ip route
show ip nat translations

! Verificación VLANs
show vlan brief
show interfaces trunk

! Verificación DHCP
show ip dhcp binding
show ip dhcp pool

! Pruebas de conectividad
ping 8.8.8.1
traceroute www.fama.com.ar
nslookup www.fama.com.ar
```