

# Informe de Experimentos DONS

## Análisis de Rendimiento de Simulador de Redes

---

### 1. Introducción

Este documento presenta los resultados de experimentos realizados con **DONS** (Data-Oriented Network Simulator), un simulador avanzado de redes que permite modelar con detalle el comportamiento de topologías de red, tráfico de datos y consumo de recursos del sistema.

#### 1.1 Objetivos

Evaluar el desempeño de distintas topologías y configuraciones de red con DONS bajo condiciones controladas, midiendo métricas clave de: - Escalabilidad de la topología - Eficiencia en la entrega de paquetes - Calidad de servicio (latencias) - Equidad en la distribución del tráfico - Utilización de recursos computacionales

#### 1.2 Métricas de Evaluación

Para cada experimento se registran **9 métricas esenciales**:

##### Identificación

- **Topología**: Estructura de la red (FatTree K=4, Abilene, GEANT)
- **Parámetros**: flow\_num, load, load\_range, RX\_Nms, RX\_range

##### Escalabilidad (3 métricas)

- **Switches**: Número de switches en la topología
- **Hosts**: Número de hosts/emisores
- **Tiempo de construcción**: BuildTimeSpan (segundos)

##### Rendimiento de Red (4 métricas)

- **Pérdidas**: Número total de paquetes perdidos
- **Latencia P95**: Percentil 95 de tiempo de finalización de flujos
- **Fairness**: Coeficiente de variación de latencias entre hosts
- **Tiempo total de prueba**: Duración completa de la simulación

##### Recursos (2 métricas)

- **CPU pico**: Uso máximo de CPU durante la simulación
- **RAM pico**: Consumo máximo de memoria

### 1.3 Condición de Parada de la Simulación

La simulación **no tiene un tiempo fijo predefinido**. En su lugar, termina automáticamente cuando un número específico de hosts (flow\_num) completan sus transmisiones:

- Si flow\_num=4, la simulación termina cuando **4 hosts** (de los totales disponibles) completan sus flujos
- Los demás hosts pueden quedar con transmisiones incompletas
- Esto explica por qué el porcentaje de entrega varía según el número total de hosts en la

topología

## 1.4 Especificaciones del Sistema de Pruebas

Los experimentos se realizaron en un sistema con las siguientes características:

### Procesador

- **Modelo:** AMD Ryzen 7 5700X
- **Cores/Hilos:** 8 cores, 16 threads
- **Velocidad base:** 4600 MHz

### Placa Madre

- **Modelo:** Gigabyte A320M-H-CF
- **PCI Express:** 4.0 16 GT/s

### Memoria RAM

- **Capacidad:** 32 GB DDR4
- **Frecuencia:** 1193 MHz

### Tarjeta de Video

- **Modelo:** NVIDIA GeForce RTX 3060
- **Memoria:** 8 GB GDDR6
- **Bus:** 128 bits

### Software

- **Simulador:** DONS (Data-Oriented Network Simulator)
  - **Motor:** Unity Editor
  - **Sistema Operativo:** Windows 11
- 

## 2. Plan de Pruebas

### 2.1 Comparación de Topologías

- **Parámetros fijos:** flow\_num=4, RX\_Nms=10000, RX\_range=5000, load=100, load\_range=50
- **Variable:** Topología = FatTree K=4, Abilene, GEANT
- **Objetivo:** Evaluar impacto de la estructura de red en el rendimiento

### 2.2 Barrido de Carga

- **Parámetros fijos:** flow\_num=4, RX\_Nms=10000, RX\_range=5000, load\_range=50
- **Variable:** load = 50, 200, 500
- **Objetivo:** Determinar punto de saturación

### 2.3 Barrido de Número de Flujos

- **Parámetros fijos:** RX\_Nms=10000, RX\_range=5000, load=100, load\_range=50
- **Variable:** flow\_num = 1, 7, 10
- **Objetivo:** Analizar escalabilidad con flujos concurrentes

### 2.4 Sensibilidad del Receptor

- **Parámetros fijos:** flow\_num=4, RX\_range=5000, load=100, load\_range=50
- **Variable:** RX\_Nms = 5000, 15000, 25000
- **Objetivo:** Evaluar impacto de configuración del receptor

## 2.5 Variabilidad de Carga

- **Parámetros fijos:** flow\_num=4, RX\_Nms=10000, RX\_range=5000, load=100
  - **Variable:** load\_range = 20, 120, 200
  - **Objetivo:** Analizar tolerancia a variabilidad
- 

# 3. Resultados

## 3.1 Test 1: Comparación de Topologías - Abilene

### Identificación

- **Topología:** Abilene
- **Parámetros:** flow\_num=4, load=100, load\_range=50, RX\_Nms=10000, RX\_range=5000

### Escalabilidad

- **Switches:** 12
- **Hosts:** 12
- **Tiempo de construcción:** 0.712 s

### Rendimiento de Red

- **Pérdidas:** 5,256 paquetes perdidos
- **Latencia P95:** 57 s
- **Fairness:** 0.26 (coeficiente de variación)
- **Tiempo total de prueba:** 58 s

### Recursos

- **CPU pico:** 220%
  - **RAM pico:** 380 MB
- 

## 3.2 Test 2: Comparación de Topologías - FatTree K=4

### Identificación

- **Topología:** FatTree K=4
- **Parámetros:** flow\_num=4, load=100, load\_range=50, RX\_Nms=10000, RX\_range=5000

### Escalabilidad

- **Switches:** 20
- **Hosts:** 16
- **Tiempo de construcción:** 1.822 s

### Rendimiento de Red

- **Pérdidas:** 34,838 paquetes perdidos
- **Latencia P95:** 131 s

- **Fairness:** 0.34 (coeficiente de variación)
- **Tiempo total de prueba:** 131 s

#### Recursos

- **CPU pico:** 240%
- **RAM pico:** 441 MB

### 3.3 Test 3: Comparación de Topologías - GEANT

#### Identificación

- **Topología:** GEANT
- **Parámetros:** flow\_num=4, load=100, load\_range=50, RX\_Nms=10000, RX\_range=5000

#### Escalabilidad

- **Switches:** 23
- **Hosts:** 23
- **Tiempo de construcción:** 8.198 s

#### Rendimiento de Red

- **Pérdidas:** 0 paquetes perdidos
- **Latencia P95:** 43 s
- **Fairness:** 0.37 (coeficiente de variación)
- **Tiempo total de prueba:** 43 s

#### Recursos

- **CPU pico:** 267%
- **RAM pico:** 418 MB

### 3.4 Test 4: Barrido de Carga - load=50

#### Identificación

- **Topología:** FatTree K=4
- **Parámetros:** flow\_num=4, load=50, load\_range=50, RX\_Nms=10000, RX\_range=5000

#### Escalabilidad

- **Switches:** 20
- **Hosts:** 16
- **Tiempo de construcción:** 0.672 s

#### Rendimiento de Red

- **Pérdidas:** 29,811 paquetes perdidos
- **Latencia P95:** 110 s
- **Fairness:** 0.31 (coeficiente de variación)
- **Tiempo total de prueba:** 110 s

#### Recursos

- **CPU pico:** 279%
- **RAM pico:** 443 MB

**Observación:** Con load=50 (50% de la carga estándar), se observó una reducción del 14% en las pérdidas (29,811 vs 34,838) comparado con load=100, pero la latencia P95 aumentó ligeramente (110s vs 131s). El consumo de CPU aumentó significativamente (279% vs 240%), sugiriendo que la carga más baja puede generar ineficiencias en el procesamiento.

### 3.5 Test 5: Barrido de Carga - load=200

#### Identificación

- **Topología:** FatTree K=4
- **Parámetros:** flow\_num=4, load=200, load\_range=50, RX\_Nms=10000, RX\_range=5000

#### Escalabilidad

- **Switches:** 20
- **Hosts:** 16
- **Tiempo de construcción:** 0.658 s

#### Rendimiento de Red

- **Pérdidas:** 30,680 paquetes perdidos
- **Latencia P95:** 118 s
- **Fairness:** 0.44 (coeficiente de variación)
- **Tiempo total de prueba:** 118 s

#### Recursos

- **CPU pico:** 314%
- **RAM pico:** 431 MB

**Observación:** Con load=200 (doble de la carga estándar), las pérdidas se mantuvieron prácticamente iguales (30,680 vs 34,838) pero la latencia P95 mejoró (118s vs 131s). El consumo de CPU alcanzó su pico máximo (314%), indicando que el sistema está operando cerca de su límite de capacidad.

### 3.6 Test 6: Barrido de Carga - load=500

#### Identificación

- **Topología:** FatTree K=4
- **Parámetros:** flow\_num=4, load=500, load\_range=50, RX\_Nms=10000, RX\_range=5000

#### Escalabilidad

- **Switches:** 20
- **Hosts:** 16
- **Tiempo de construcción:** 0.672 s

#### Rendimiento de Red

- **Pérdidas:** 25,290 paquetes perdidos
- **Latencia P95:** 106 s
- **Fairness:** 0.38 (coeficiente de variación)
- **Tiempo total de prueba:** 106 s

#### Recursos

- **CPU pico:** 270%

- **RAM pico:** 420 MB

**Observación:** Contraintuitivamente, con load=500 (5x la carga estándar), se logró la menor cantidad de pérdidas (25,290) y la mejor latencia P95 (106s). Este comportamiento sugiere que el sistema puede beneficiarse de cargas muy altas, posiblemente debido a mejor utilización de buffers o algoritmos de control de flujo más eficientes.

### 3.7 Test 7: Barrido de Número de Flujos - flow\_num=1

#### Identificación

- **Topología:** FatTree K=4
- **Parámetros:** flow\_num=1, load=100, load\_range=50, RX\_Nms=10000, RX\_range=5000

#### Escalabilidad

- **Switches:** 20
- **Hosts:** 16
- **Tiempo de construcción:** 0.651 s

#### Rendimiento de Red

- **Pérdidas:** 0 paquetes perdidos
- **Latencia P95:** 41 s
- **Fairness:** 0.53 (coeficiente de variación)
- **Tiempo total de prueba:** 41 s

#### Recursos

- **CPU pico:** 231%
- **RAM pico:** 367 MB

**Observación:** Con flow\_num=1 (baja concurrencia), se alcanzó el rendimiento óptimo: 0 pérdidas, menor latencia P95 (41s) y menor consumo de recursos (231% CPU, 367MB RAM). El fairness alto (0.53) es esperado con un solo flujo activo, ya que no hay variabilidad entre hosts.

### 3.8 Test 8: Barrido de Número de Flujos - flow\_num=7

#### Identificación

- **Topología:** FatTree K=4
- **Parámetros:** flow\_num=7, load=100, load\_range=50, RX\_Nms=10000, RX\_range=5000

#### Escalabilidad

- **Switches:** 20
- **Hosts:** 16
- **Tiempo de construcción:** 0.687 s

#### Rendimiento de Red

- **Pérdidas:** 28,491 paquetes perdidos
- **Latencia P95:** 89 s
- **Fairness:** 0.45 (coeficiente de variación)
- **Tiempo total de prueba:** 118 s

#### Recursos

- **CPU pico:** 275%
- **RAM pico:** 423 MB

**Observación:** Con flow\_num=7 (conurrencia media), se observó una degradación significativa: 28,491 pérdidas (vs 0 con flow\_num=1) y latencia P95 de 89s. El sistema logró completar 6 de 16 flujos disponibles, mostrando limitaciones de escalabilidad con concurrencia moderada.

### 3.9 Test 9: Barrido de Número de Flujos - flow\_num=10

#### Identificación

- **Topología:** FatTree K=4
- **Parámetros:** flow\_num=10, load=100, load\_range=50, RX\_Nms=10000, RX\_range=5000

#### Escalabilidad

- **Switches:** 20
- **Hosts:** 16
- **Tiempo de construcción:** 0.658 s

#### Rendimiento de Red

- **Pérdidas:** 58,007 paquetes perdidos
- **Latencia P95:** 95 s
- **Fairness:** 0.48 (coeficiente de variación)
- **Tiempo total de prueba:** 126 s

#### Recursos

- **CPU pico:** 281%
- **RAM pico:** 433 MB

**Observación:** Con flow\_num=10 (alta concurrencia), se alcanzó el peor rendimiento: 58,007 pérdidas (doble que flow\_num=7) y latencia P95 de 95s. A pesar de completar 10 flujos, el sistema mostró signos claros de saturación, con consumo de recursos similar al test anterior.

### 3.10 Test 10: Sensibilidad del Receptor - RX\_Nms=5000

#### Identificación

- **Topología:** FatTree K=4
- **Parámetros:** flow\_num=4, load=100, load\_range=50, RX\_Nms=5000, RX\_range=5000

#### Escalabilidad

- **Switches:** 20
- **Hosts:** 16
- **Tiempo de construcción:** 0.675 s

#### Rendimiento de Red

- **Pérdidas:** 13,719 paquetes perdidos
- **Latencia P95:** 45 s
- **Fairness:** 0.42 (coeficiente de variación)
- **Tiempo total de prueba:** 47 s

## Recursos

- **CPU pico:** 270%
- **RAM pico:** 387 MB

**Observación:** Con RX\_Nms=5000 (50% del valor estándar), se logró el mejor rendimiento de todos los tests: 13,719 pérdidas (60% menos que el estándar), latencia P95 de 45s (65% mejor) y tiempo total de 47s. Esta configuración optimiza el balance entre throughput y latencia.

## 3.11 Test 11: Sensibilidad del Receptor - RX\_Nms=15000

### Identificación

- **Topología:** FatTree K=4
- **Parámetros:** flow\_num=4, load=100, load\_range=50, RX\_Nms=15000, RX\_range=5000

### Escalabilidad

- **Switches:** 20
- **Hosts:** 16
- **Tiempo de construcción:** 0.656 s

### Rendimiento de Red

- **Pérdidas:** 48,033 paquetes perdidos
- **Latencia P95:** 174 s
- **Fairness:** 0.35 (coeficiente de variación)
- **Tiempo total de prueba:** 174 s

## Recursos

- **CPU pico:** 269%
- **RAM pico:** 474 MB

**Observación:** Con RX\_Nms=15000 (150% del valor estándar), se observó una degradación significativa: 48,033 pérdidas (3.5x más que RX\_Nms=5000) y latencia P95 de 174s (3.9x peor). El consumo de RAM aumentó notablemente (474MB), sugiriendo problemas de gestión de memoria.

## 3.12 Test 12: Sensibilidad del Receptor - RX\_Nms=25000

### Identificación

- **Topología:** FatTree K=4
- **Parámetros:** flow\_num=4, load=100, load\_range=50, RX\_Nms=25000, RX\_range=5000

### Escalabilidad

- **Switches:** 20
- **Hosts:** 16
- **Tiempo de construcción:** 0.675 s

### Rendimiento de Red

- **Pérdidas:** 76,851 paquetes perdidos
- **Latencia P95:** 285 s
- **Fairness:** 0.15 (coeficiente de variación)



- **Tiempo total de prueba:** 285 s

#### Recursos

- **CPU pico:** 288%
- **RAM pico:** 540 MB

**Observación:** Con RX\_Nms=25000 (250% del valor estándar), se alcanzó el peor rendimiento: 76,851 pérdidas (5.6x más que RX\_Nms=5000) y latencia P95 de 285s (6.3x peor). El sistema claramente no está diseñado para manejar valores tan altos de RX\_Nms.

### 3.13 Test 13: Variabilidad de Carga - load\_range=20

#### Identificación

- **Topología:** FatTree K=4
- **Parámetros:** flow\_num=4, load=100, load\_range=20, RX\_Nms=10000, RX\_range=5000

#### Escalabilidad

- **Switches:** 20
- **Hosts:** 16
- **Tiempo de construcción:** 0.671 s

#### Rendimiento de Red

- **Pérdidas:** 26,292 paquetes perdidos
- **Latencia P95:** 104 s
- **Fairness:** 0.18 (coeficiente de variación)
- **Tiempo total de prueba:** 104 s

#### Recursos

- **CPU pico:** 246%
- **RAM pico:** 365 MB

**Observación:** Con load\_range=20 (baja variabilidad), se logró el mejor fairness (0.18) y un rendimiento estable: 26,292 pérdidas y latencia P95 de 104s. La baja variabilidad permite al sistema operar de manera más predecible y eficiente.

### 3.14 Test 14: Variabilidad de Carga - load\_range=120

#### Identificación

- **Topología:** FatTree K=4
- **Parámetros:** flow\_num=4, load=100, load\_range=120, RX\_Nms=10000, RX\_range=5000

#### Escalabilidad

- **Switches:** 20
- **Hosts:** 16
- **Tiempo de construcción:** 0.665 s

#### Rendimiento de Red

- **Pérdidas:** 34,739 paquetes perdidos
- **Latencia P95:** 139 s
- **Fairness:** 0.25 (coeficiente de variación)

- **Tiempo total de prueba:** 139 s

#### Recursos

- **CPU pico:** 232%
- **RAM pico:** 441 MB

**Observación:** Con load\_range=120 (alta variabilidad), el rendimiento se mantuvo similar al test estándar: 34,739 pérdidas y latencia P95 de 139s. El fairness se mantuvo aceptable (0.25), demostrando que el sistema es robusto ante variaciones moderadas de carga.

### 3.15 Test 15: Variabilidad de Carga - load\_range=200

#### Identificación

- **Topología:** FatTree K=4
- **Parámetros:** flow\_num=4, load=100, load\_range=200, RX\_Nms=10000, RX\_range=5000

#### Escalabilidad

- **Switches:** 20
- **Hosts:** 16
- **Tiempo de construcción:** 0.671 s

#### Rendimiento de Red

- **Pérdidas:** 30,971 paquetes perdidos
- **Latencia P95:** 125 s
- **Fairness:** 0.35 (coeficiente de variación)
- **Tiempo total de prueba:** 125 s

#### Recursos

- **CPU pico:** 261%
- **RAM pico:** 430 MB

**Observación:** Con load\_range=200 (máxima variabilidad), el rendimiento fue comparable a los otros tests de variabilidad: 30,971 pérdidas y latencia P95 de 125s. El fairness se mantuvo en 0.35, confirmando que la variabilidad de carga no es un factor limitante significativo en el rendimiento del sistema.

---

## 4. Análisis Comparativo

### 4.1 Comparación de Topologías

Los tests 1-3 permiten evaluar el impacto de diferentes estructuras de red bajo condiciones idénticas:

#### Rendimiento por Topología

- **Abilene:** 5,256 pérdidas, 57s latencia P95, 0.712s construcción
- **FatTree K=4:** 34,838 pérdidas, 131s latencia P95, 1.822s construcción
- **GEANT:** 0 pérdidas, 43s latencia P95, 8.198s construcción

#### Conclusiones Topológicas

- **GEANT** muestra el mejor rendimiento de red (0 pérdidas, menor latencia) pero requiere

más tiempo de construcción

- **Abilene** ofrece un balance entre simplicidad y rendimiento
- **FatTree K=4** presenta mayor complejidad y pérdidas, pero es más escalable (20 switches vs 12-23)

## 4.2 Impacto de la Carga de Red

Los tests 4-6 (load=50, 200, 500) revelan comportamientos no lineales:

### Patrón de Pérdidas

- load=50: 29,811 pérdidas
- load=200: 30,680 pérdidas
- load=500: 25,290 pérdidas

### Análisis

- **Contraintuitivo:** Mayor carga (500) resultó en MENOS pérdidas que carga media (200)
- **Latencia:** Se mantiene relativamente estable (106-118s) independientemente de la carga
- **Tiempo de construcción:** Consistente (0.658-0.689s).

## 4.3 Efecto del Número de Flujos Concurrentes

Los tests 7-9 (flow\_num=1, 7, 10) muestran degradación progresiva:

### Escalabilidad de Flujos

- flow\_num=1: 0 pérdidas, 41s latencia, 0.651s construcción
- flow\_num=7: 28,491 pérdidas, 89s latencia, 0.687s construcción
- flow\_num=10: 58,007 pérdidas, 95s latencia, 0.658s construcción

### Conclusiones

- **Punto óptimo:** flow\_num=1 ofrece rendimiento perfecto
- **Degradación exponencial:** Las pérdidas aumentan dramáticamente con la concurrencia
- **Latencia estable:** P95 se mantiene en rango 41-95s

## 4.4 Sensibilidad de Parámetros del Receptor

Los tests 10-12 (RX\_Nms=5000, 15000, 25000) revelan alta sensibilidad:

### Impacto de RX\_Nms

- RX\_Nms=5000: 13,719 pérdidas, 45s latencia, 0.675s construcción
- RX\_Nms=15000: 48,033 pérdidas, 174s latencia, 0.656s construcción
- RX\_Nms=25000: 76,851 pérdidas, 285s latencia, 0.675s construcción

### Conclusiones

- **Punto óptimo:** RX\_Nms=5000 ofrece el mejor rendimiento
- **Degradación lineal:** Pérdidas y latencia aumentan proporcionalmente con RX\_Nms
- **Factor crítico:** Este parámetro tiene el mayor impacto en el rendimiento

## 4.5 Impacto de la Variabilidad de Carga

Los tests 13-15 (load\_range=20, 120, 200) muestran estabilidad:

### Rendimiento por Variabilidad

- load\_range=20: 26,292 pérdidas, 104s latencia, 0.671s construcción
- load\_range=120: 34,739 pérdidas, 139s latencia, 0.665s construcción
- load\_range=200: 30,971 pérdidas, 125s latencia, 0.671s construcción

Conclusiones

- **Impacto mínimo:** La variabilidad de carga no afecta significativamente el rendimiento
- **Estabilidad:** Todos los valores se mantienen en rangos similares
- **Robustez:** El sistema es tolerante a variaciones en la carga

4.6 Tablas Resumen

Tabla 1: Comparación de Topologías

Topología	Switches	Hosts	Pérdidas	Latencia P95 (s)	Tiempo Const. (s)	CPU (%)	RAM (MB)
Abilene	12	12	5,256	57	0.712	220	380
FatTree	20	16	34,838	131	1.822	240	441
GEANT	23	23	0	43	8.198	267	418

Tabla 2: Barrido de Carga (FatTree K=4)

Load	Pérdidas	Latencia P95 (s)	Tiempo Total (s)	CPU (%)	RAM (MB)
50	29,811	110	110	279	443
200	30,680	118	118	314	431
500	25,290	106	106	270	420

Tabla 3: Barrido de Flujos Concurrentes (FatTree K=4)

Flow_num	Pérdidas	Latencia P95 (s)	Tiempo Total (s)	CPU (%)	RAM (MB)
1	0	41	41	231	367
7	28,491	89	118	275	423
10	58,007	95	126	281	433

Tabla 4: Sensibilidad del Receptor (FatTree K=4)

RX_Nms	Pérdidas	Latencia P95 (s)	Tiempo Total (s)	CPU (%)	RAM (MB)
5000	13,719	45	47	270	387
15000	48,033	174	174	269	474
25000	76,851	285	285	288	540

Tabla 5: Variabilidad de Carga (FatTree K=4)

Load_range	Pérdidas	Latencia P95 (s)	Tiempo Total (s)	CPU (%)	RAM (MB)
20	26,292	104	104	246	365
120	34,739	139	139	232	441
200	30,971	125	125	261	430