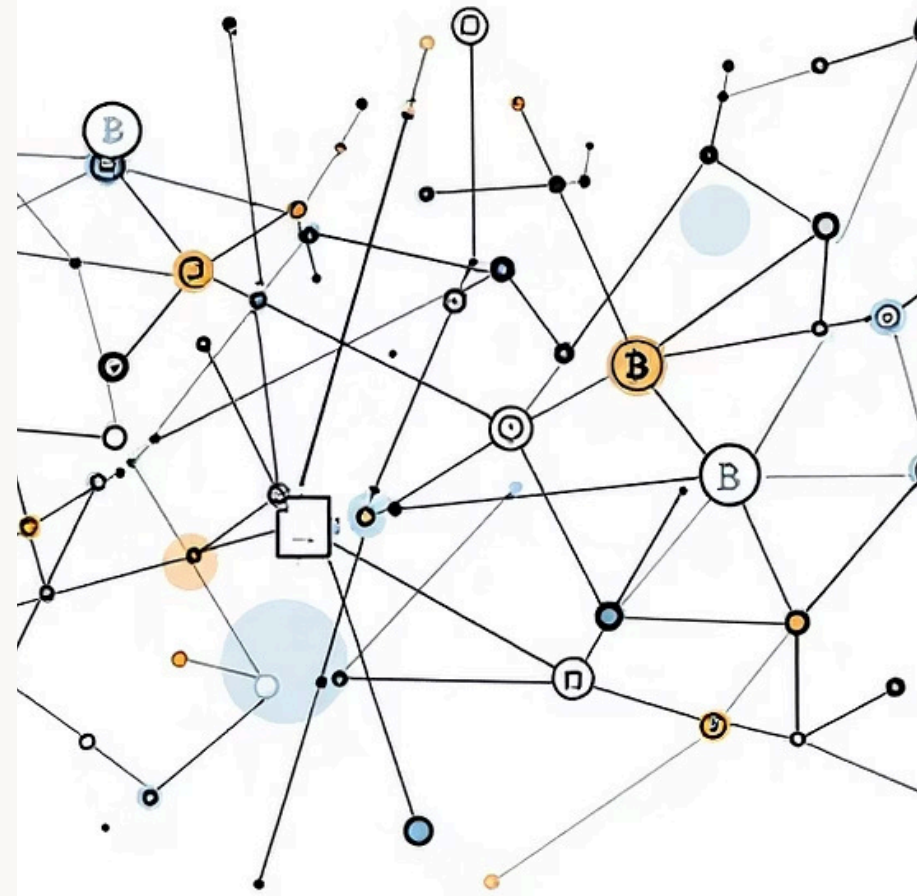


# Simulación de la Dinámica de una Mempool de Blockchain

Un Enfoque Basado en Eventos Discretos

Trabajo Integrador Final - Cátedra de Simulación 2025

Simón Tadeo Ocampo



# Conceptos Fundamentales



## Blockchain

Libro contable digital distribuido



## Mempool

"Sala de espera" para transacciones no confirmadas



## Minero

Servidor que procesa por lotes (bloques)



## Fee Rate

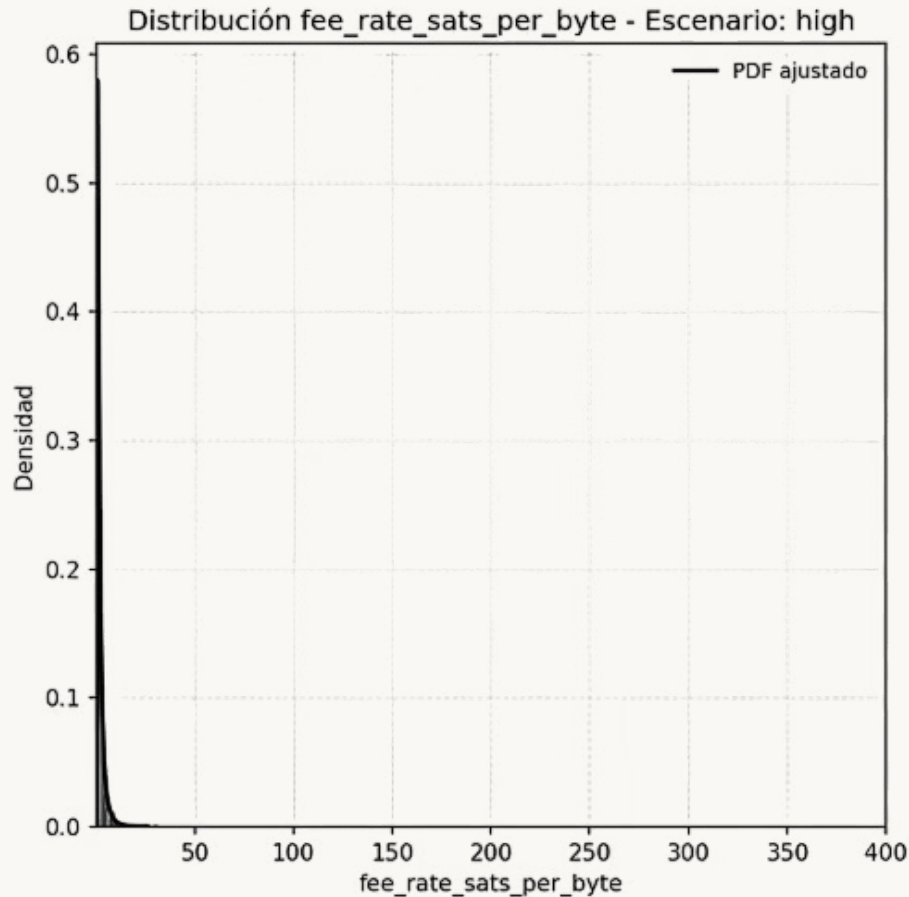
Comisión (*sats/vByte*). Define la prioridad

# ¿Por qué Simulación?

Modelo M/M/1	Mempool Real
FIFO	Prioridad por Dinero
Servicio Individual	Servicio por Lotes
Tasas constantes	Tiempos Estocásticos

 Intratabilidad Analítica

# Análisis de Datos de Entrada

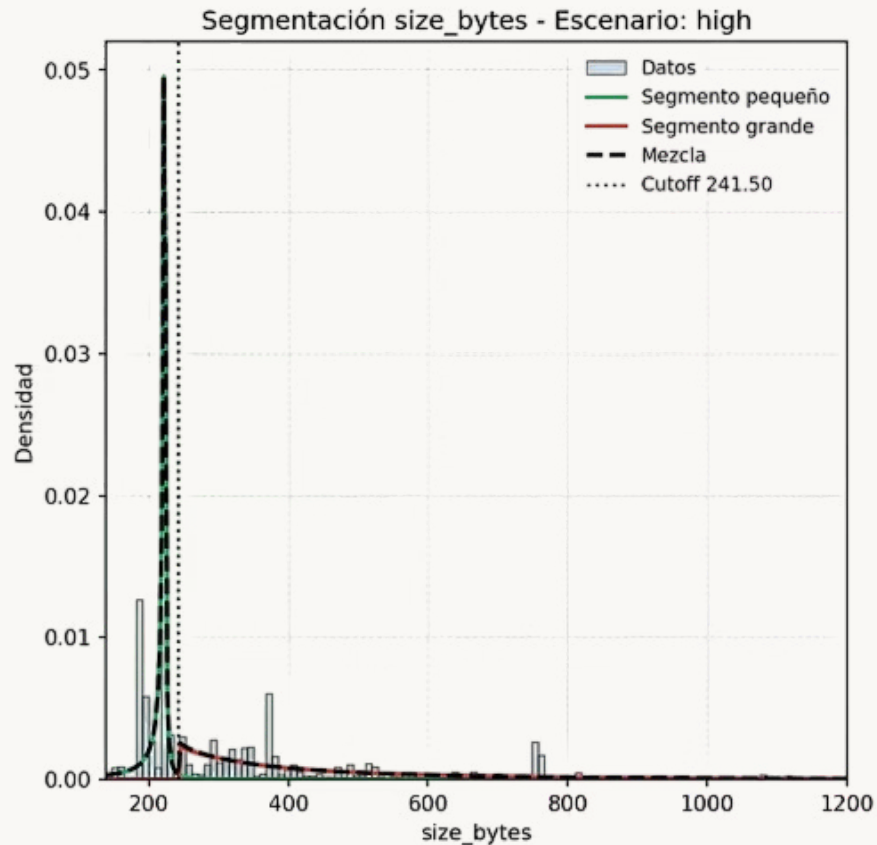


**Figura 2 (a):** El histograma de Fee Rate con la curva ajustada.

- Datos reales recolectados vía Websockets (Python)
- Framework de ajuste: BIC + Validación Cruzada + Bootstrap

📄 **Hallazgo:** Distribuciones de cola pesada (Johnson SU)

# El Desafío de la Heterogeneidad



**Figura 3 (a):** Ajuste segmentado vs. modelo único



## Problema

Modelo único inestable



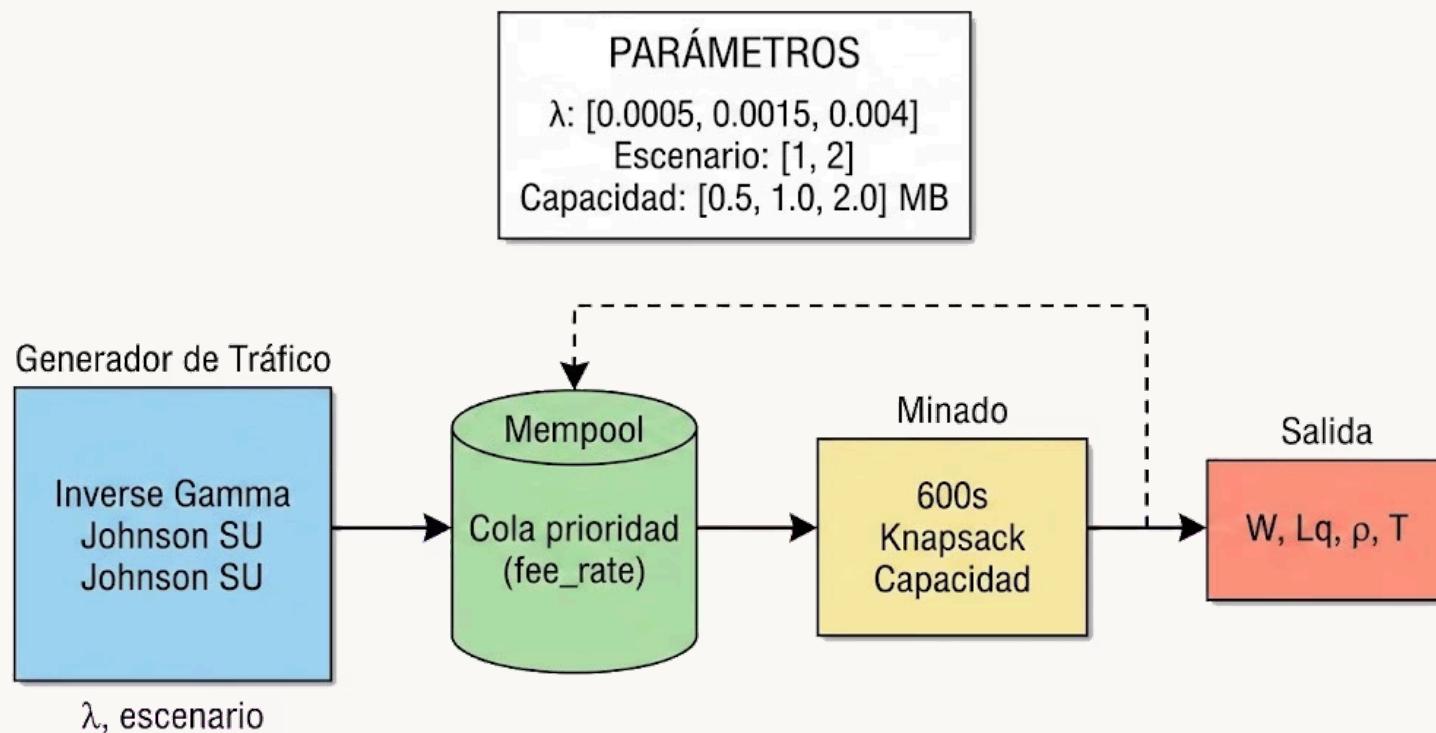
## Solución

Mezcla Segmentada



Transacciones pequeñas (*JohnsonSU*) +  
Grandes (*Pareto*)

# Arquitectura en SimPy



**Figura 7:** Diagrama de bloques del sistema

Generador → Mempool → Minado → Salida

# Experimentación y Resultados

- Se realizó un **diseño factorial completo** ( $3 \times 2 \times 3$ ), lo que implicó 180 corridas de simulación para evaluar exhaustivamente la dinámica de la mempool bajo diversas condiciones operativas.

$f_{\lambda}$	Escenario	Cap (MB)	$W$ (seg)	$L_q$ (txs)	$N_{txs}$
0.0005	2	0.5	46,695	57,214	174,086
0.0005	2	0.5	44,501	40,155	148,892
0.0005	2	1.0	40,943	132,893	426,182
0.0015	2	0.5	33,505	82,094	169,623
0.0005	2	1.0	33,315	109,517	358,623

**Tabla 9:** Top 5 configuraciones con mayor congestión

## Configuración Crítica

Una capacidad de bloque de **0.5 MB** resultó en tiempos de espera de las transacciones **superiores a 12 horas**, indicando un cuello de botella severo que compromete la eficiencia de la red.

## Factor Dominante

La **capacidad del bloque** fue identificada como el factor más influyente en el rendimiento de la mempool, con una proporción de varianza explicada

$$\eta^2 = 0.190.$$

# Conclusiones

01

---

Eficacia de la Simulación de  
Eventos Discretos en  
Blockchain

02

---

Importancia del tratamiento  
estadístico riguroso (colas  
pesadas)

03

---

Capacidad predictiva para  
escenarios de saturación (  
 $\rho > 1$ )