Análisis de Rendimiento

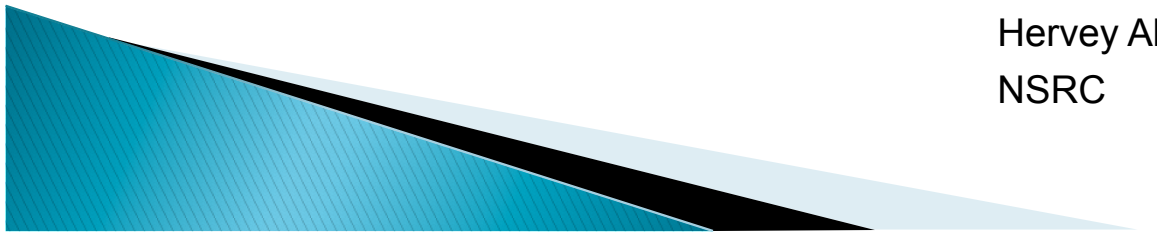
Preparado con materiales de:

Carlos Vicente
Servicios de Red/Universidad de Oregon

Presentación:

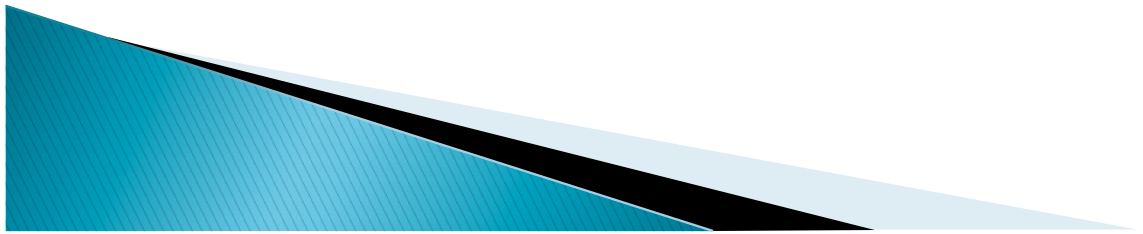
Carlos Armas
Roundtrip Networks

Hervey Allen
NSRC



Contenido

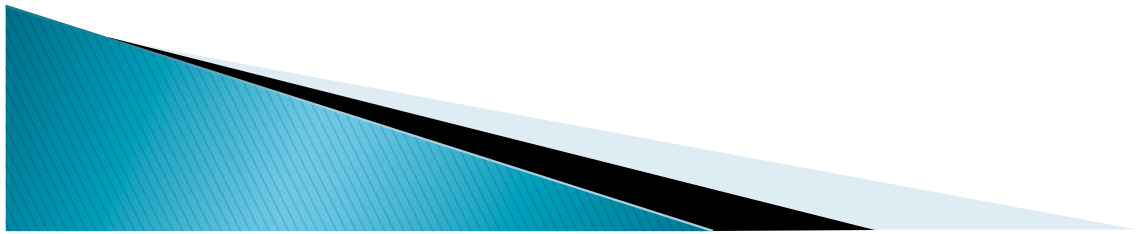
- Planificación de la gestión del rendimiento
- Métricas
  - Red
  - Sistemas
  - Servicios
- Ejemplos de mediciones



Planificación

- Propósito
  - Establecer estado estable (línea base)
  - Diagnóstico de fallas,
  - Anticipar crecimiento de demanda

- A quién va dirigida la información?
  - Gerencia,
  - NOC y personal técnico,
  - Clientes
- Alcance
  - Impacto en los dispositivos (medidos y de medición)
  - Balance entre cantidad de información y tiempo de recolección



Métricas

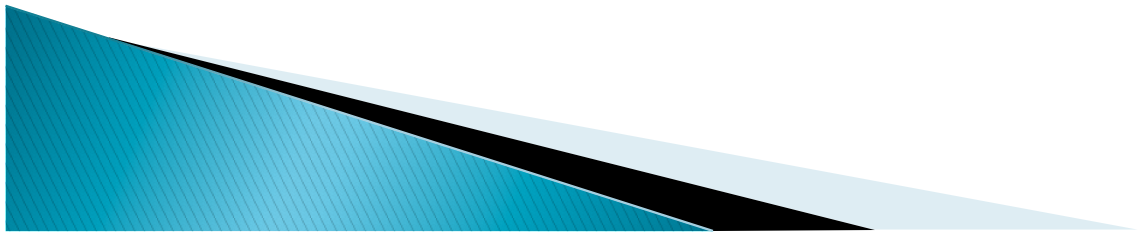
- Rendimiento de red
  - Capacidad del canal:
    - nominal y efectiva
  - Utilización del canal
  - Retardo y "parpadeo" (*jitter)*
  - Pérdida de paquetes y errores

- Rendimiento de sistemas
  - Disponibilidad
  - Memoria, utilización y carga de CPU
  - Utilización de dispositivos de entrada/salida

- Rendimiento de servicios
  - Disponibilidad
  - Tiempo de acceso y carga

Métricas de rendimiento de red más comunes

- Relativas al tráfico:
  - Bits por segundo
  - Paquetes por segundo
  - Paquetes *unicast* vs. paquetes *no-unicast*
  - Errores
  - Paquetes descartados
  - Flujo por segundo
  - Tiempo de ida y vuelta (RTT)
  - Dispersión del retardo (parpadeo o “jitter”)

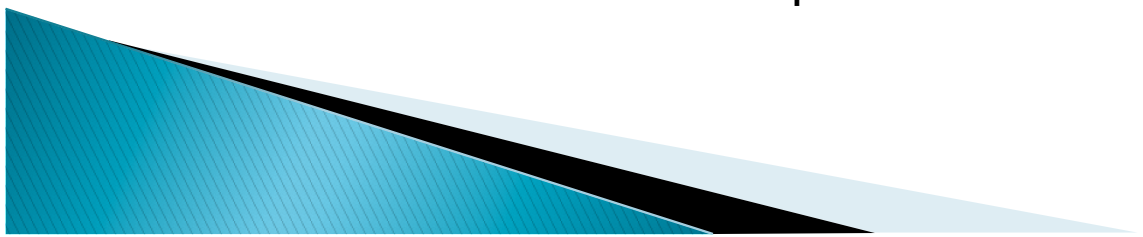


Capacidad Nominal del Canal

- Máxima cantidad de datos transmitidos por unidad de tiempo
  - Ejemplo: bits por segundo, paquetes por minuto

- Depende de:

  I. Ancho de banda del medio físico
     I. Cable
     II. Ondas electromagnéticas
     III. Fibra óptica
     IV. Líneas de cobre
  II. Capacidad de procesamiento de elementos transmisores
  III. Eficiencia de los algoritmos de acceso al medio
  IV. Mecanismos de codificación de canal
  V. Mecanismos de compresión de datos



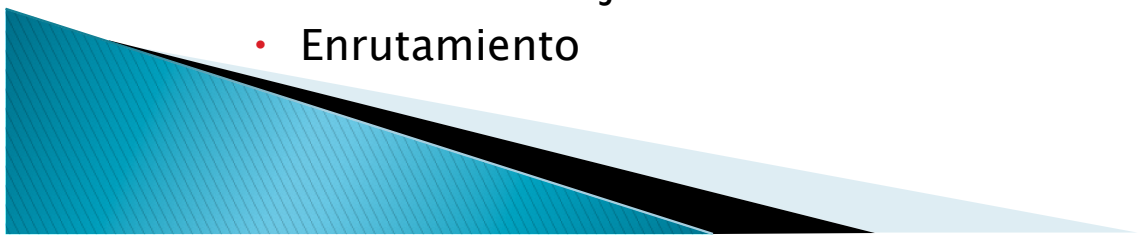
Capacidad efectiva del canal

- Fracción de la capacidad nominal

  CapacidadEfectiva = N x CapacidadNominal

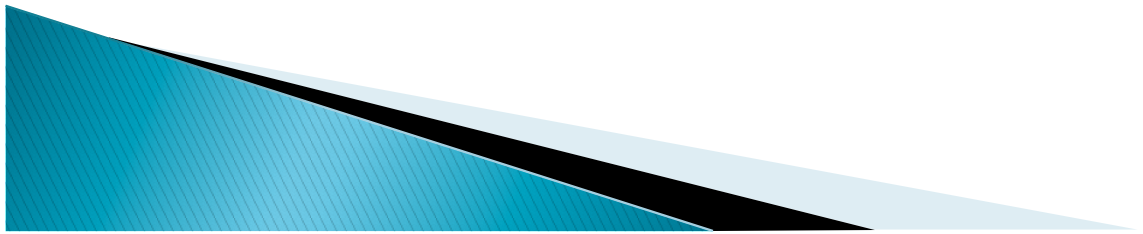
  (Siempre N < 1)

- Afectado por muchos factores
  - Carga adicional de procesamiento en las varias capas OSI
  - Limitaciones de procesamiento en dispositivos
    - Memoria, CPU, otros
  - Eficiencia del protocolo de transmisión
    - Control de flujo
    - Enrutamiento



Utilización del canal

- Fracción de la capacidad nominal de un canal que está siendo realmente utilizada
  - Planificación:
    - Qué tasa de crecimiento tiene la demanda?
    - Cuándo comprar más capacidad?
    - Dónde invertir en actualizaciones?
  - Resolución de problemas:
    - Detectar puntos de baja capacidad (“cuellos de botella”)



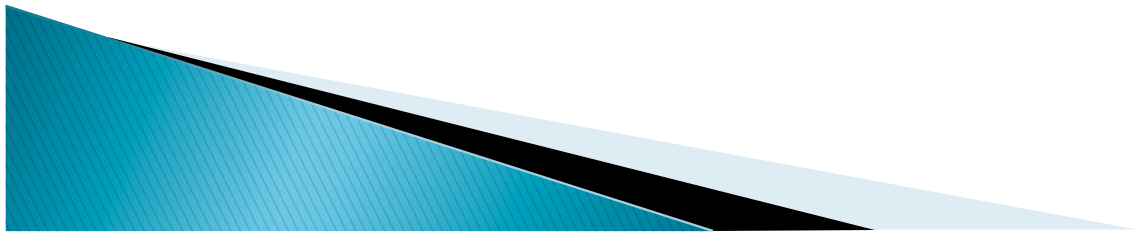
95-Percentile

Percentile: Valor máximo de cierto porciento de una muestra

95-percentile de uso del canal:

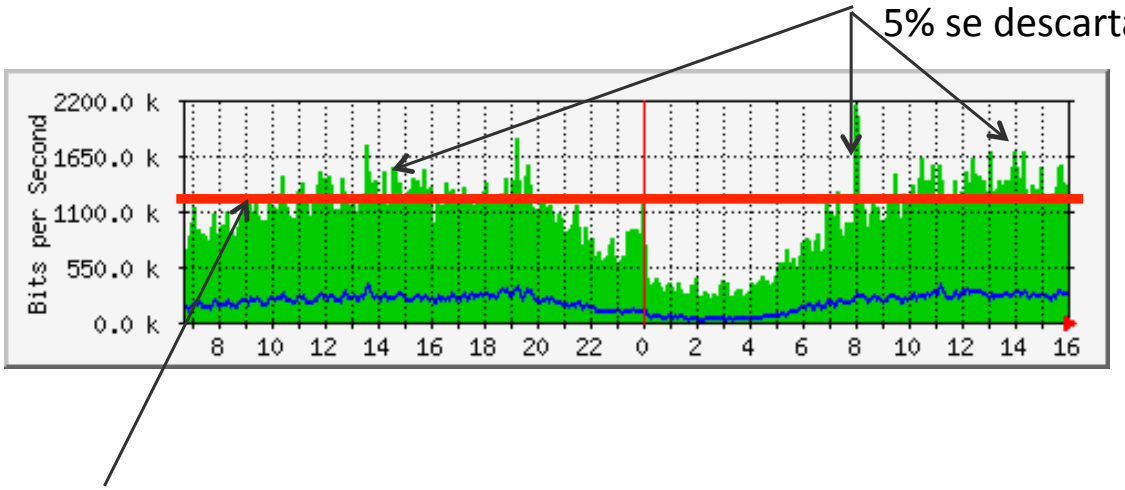
- Se usa comunmente como medida de la utilización del canal
- En el 95% de las muestras, el valor observado es igual o menor que este valor.
- El 5% de las muestras restantes se descartan, suponiendo anomalias de uso.

- Importancia en las redes de datos
  - Medida dela utilización sostenida del canal
  - Muchos ISPs la utilizan como medida para facturación de servicios



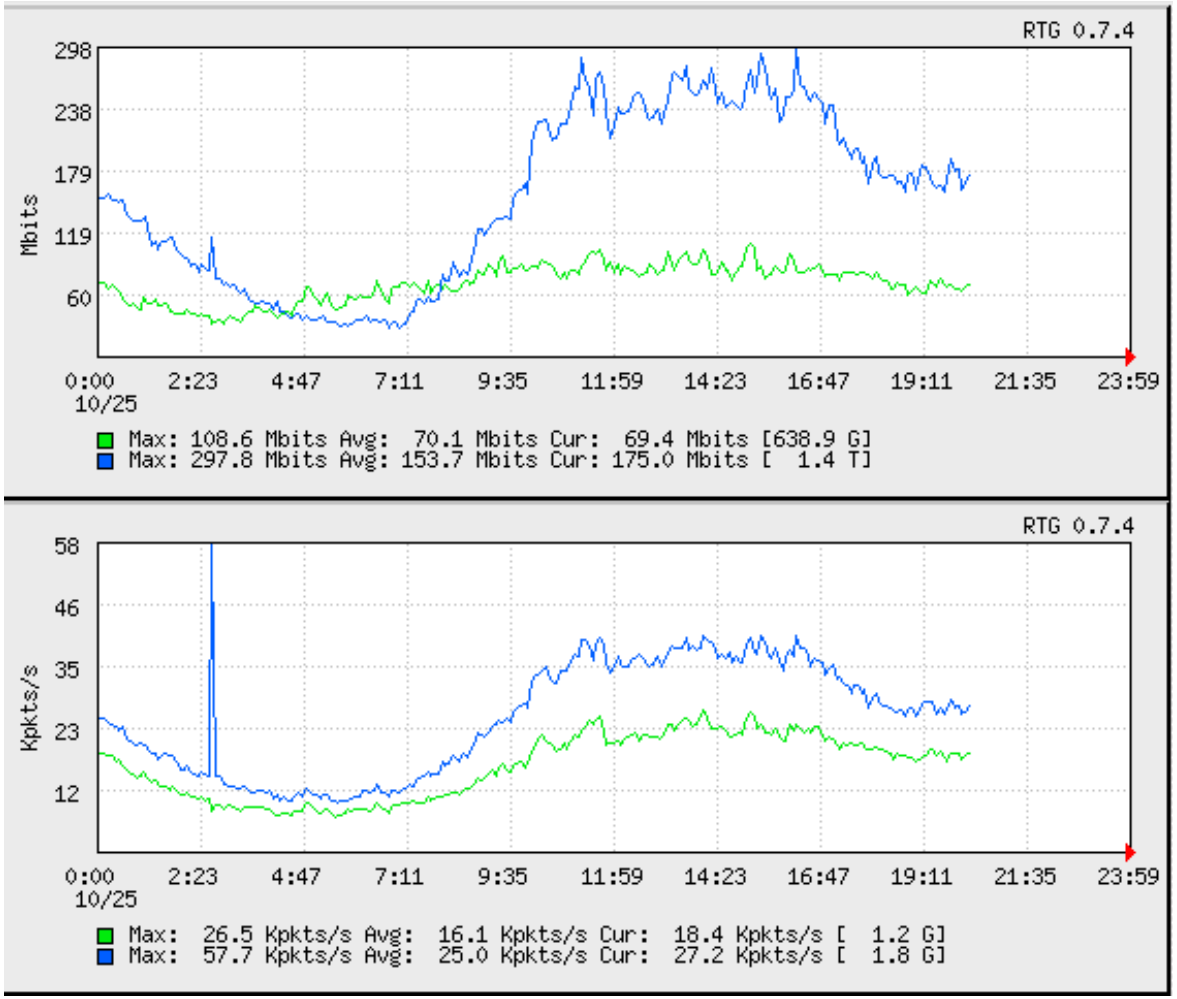
Facturación 95-Percentile

- Proveedor toma muestras de consumo de ancho de banda
- Tan frecuente como cada 5 minutos
- Al final del mes, el 5% de los valores más altos se descarta
- El más alto de los valores restantes (N) es el uso medido a 95-percentile
  - Puede ser valor de entrada o salida (se mide en ambas direcciones)
- Se factura al cliente: N x Costo por unidad
  - (ejemplo: 40 Mbit/s x $30.00 Mbits = $120.00 al mes)



El valor más alto despues de descartar el 5% de los valores más altos se convierte en la medida de uso de ancho de banda a facturar

bps vs. pps => tamaño del paquete

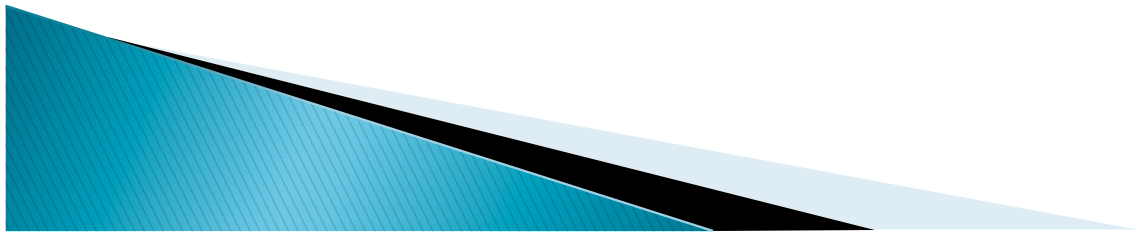


Retardo extremo-a-extremo

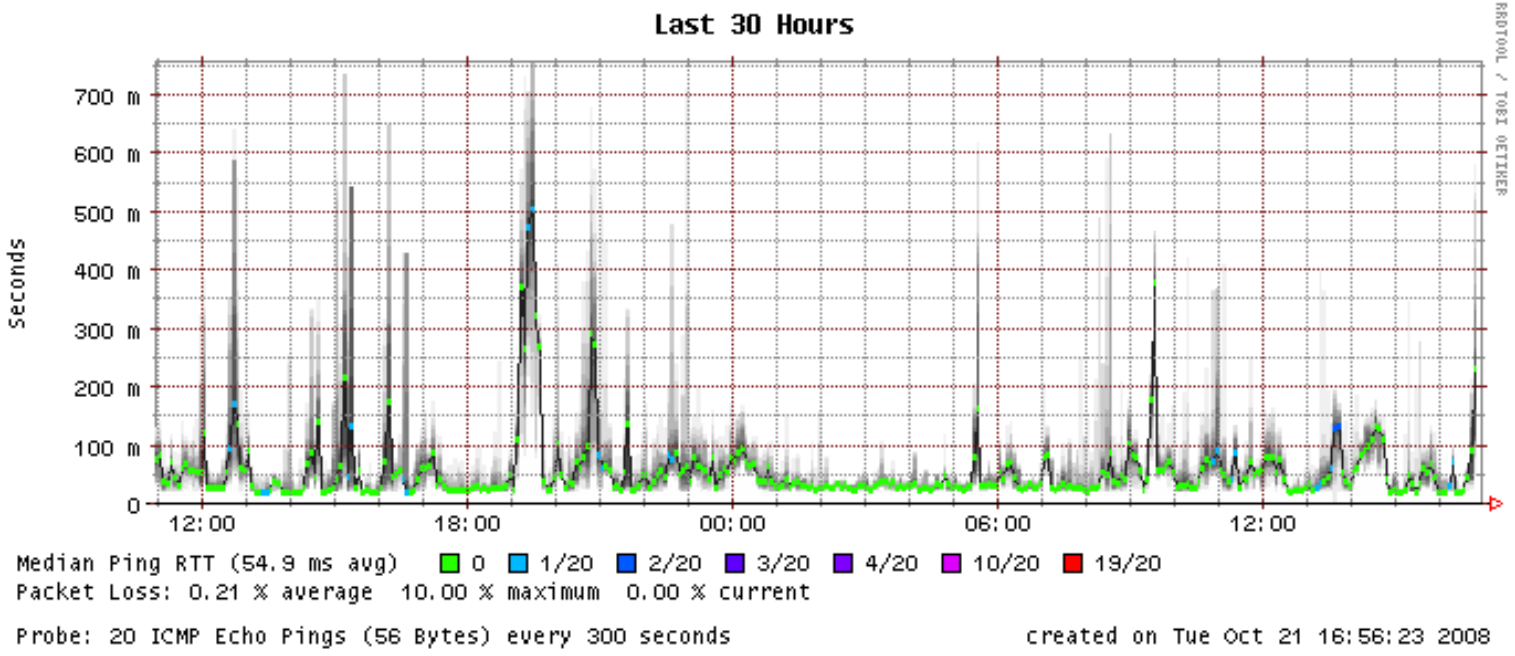
El tiempo transcurrido en transmitir un paquete de fuente a destino final

- producido por una aplicación, entregado al sistema operativo,
- pasado a la tarjeta de red, codificado,
- transmitido por el medio físico,
- recibido por un equipo intermedio (switch, router), analizado,
- retransmitido en otro medio...etc., etc.

- La medición más común es de ida y vuelta (RTT)
  - El utilitario *ping* se usa para medir esta variable

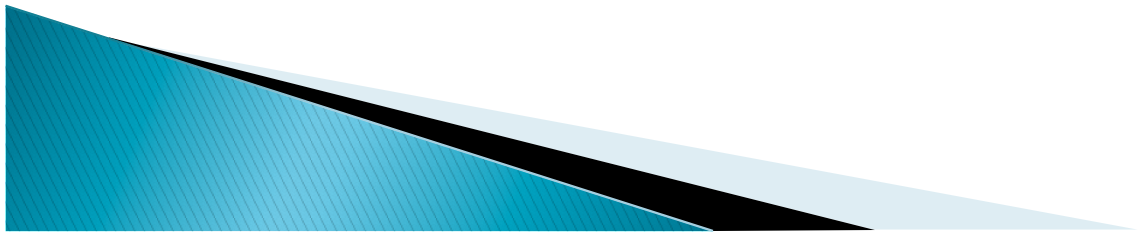


Medición histórica de Retardo



Tipos de Retardo

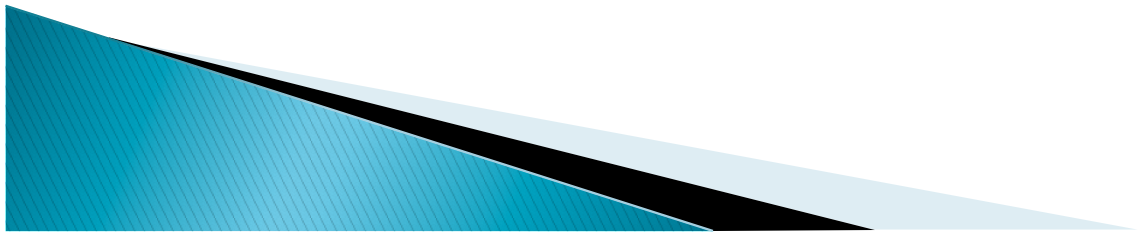
- Componentes del retardo extremo a extremo:
  - Retardo de Procesamiento
  - Retardo de Colas
  - Retardo de Transmisión
  - Retardo de Propagación



Retardo de Procesamiento

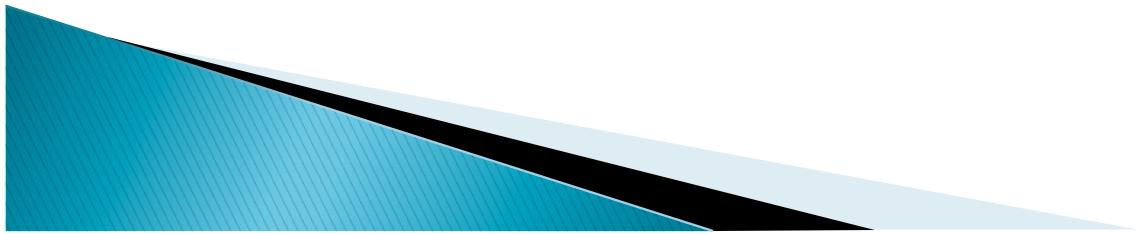
- Tiempo requerido en analizar el encabezado y decidir a dónde enviar el paquete

  (ej. decisión de enrutamiento)
  - En un enrutador, depende de
    - número de entradas en la tabla de rutas,
    - implementación (estructuras de datos),
    - recursos del dispositivo
- Puede incluir la verificación de errores



Retardo de Colas

- Tiempo en que el paquete espera en un *búfer* hasta ser transmitido
- El número de paquetes esperando en cola dependerá de la intensidad y la naturaleza del tráfico
- Los algoritmos de colas en los enrutadores intentan adaptar estos retardos a ciertas preferencias, o imponer un uso equitativo



Retardo de Transmisión

Tiempo requerido para pasar todos los bits de un paquete a través del medio de transmisión

$$d = L/R$$

- R= tasa de bits, (o velocidad de transferencia de datos)
- L=Longitud del paquete,
- d = retardo

Para transmitir 1024 bits utilizando Fast Ethernet (100 Mbps):

d = 1024/1x10e8 = 10.24 microsegundos

Retardo de Propagación

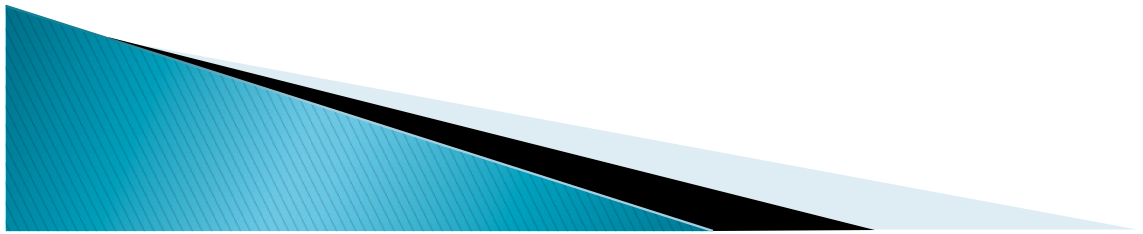
Una vez que el bit de dato entra al medio físico, el tiempo transcurrido en su propagación hasta el final del medio

- La velocidad de propagación del enlace depende fundamentalmente de la longitud del medio físico
- Velocidad cercana a la velocidad de la luz en la mayoría de los casos

$$Dp = d/s$$

d = distancia,

s = velocidad de propagación



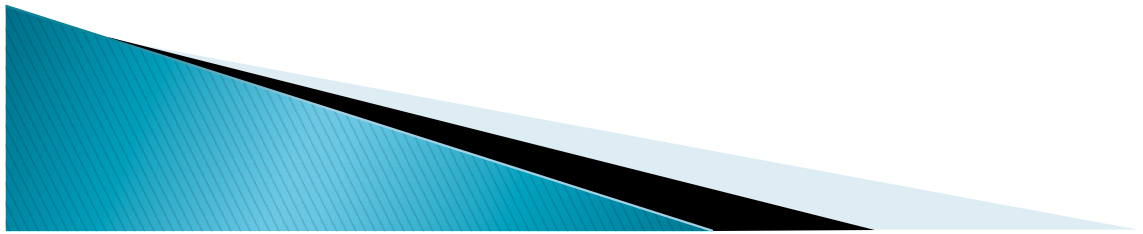
Transmisión vs. Propagación

- Puede ser confuso al principio

Ejemplo:

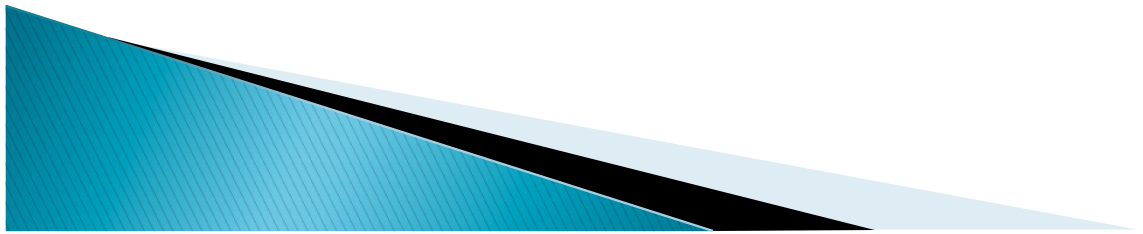
- Dos enlaces de 100 Mbps:
  - Via fibra óptica de 1 Km de longitud
  - Via satélite, con una distancia de 30Km entre estación base y satélite

- Para dos paquetes del mismo tamaño, cuál tiene mayor retardo de transmisión? Y propagación?

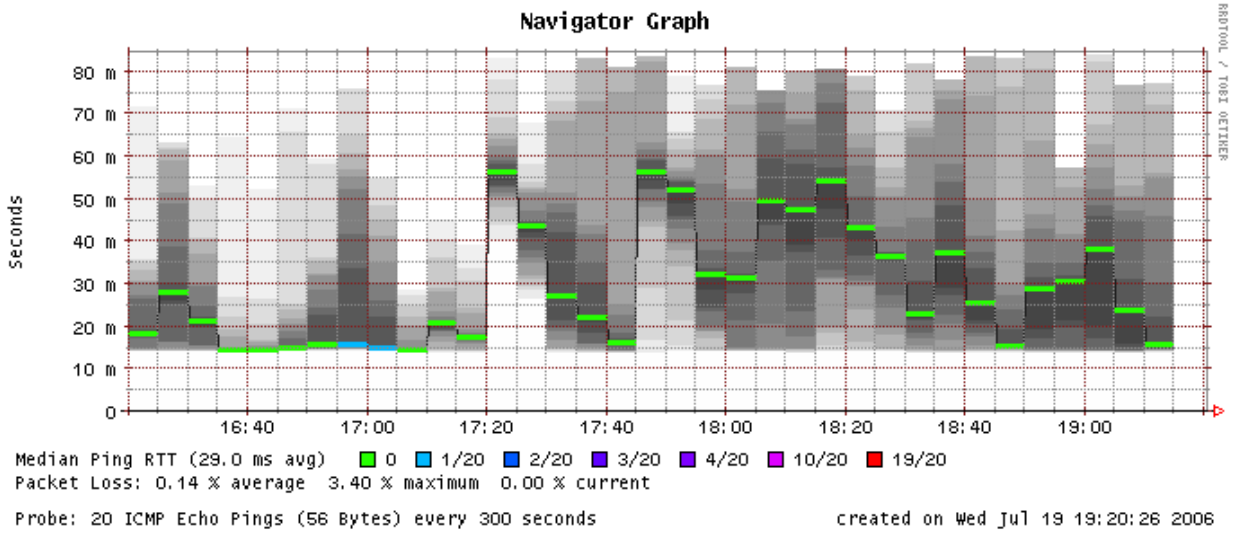


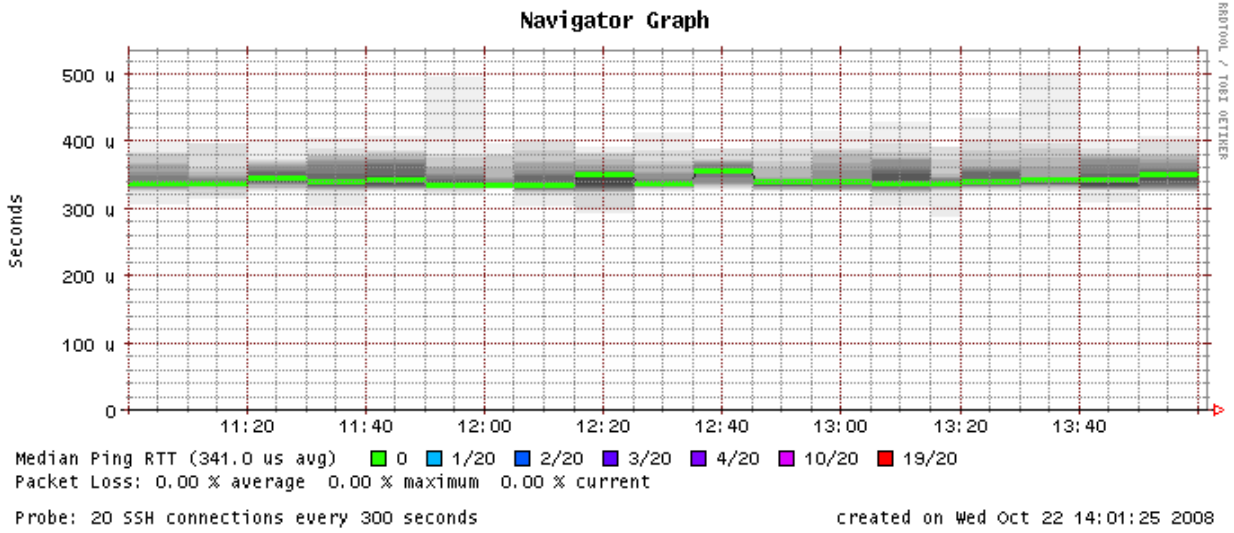
Pérdida de paquetes

- Ocurren por el hecho de que las colas (búfers) no son infinitas
  - Cuando un paquete llega a una cola y ésta está llena, el paquete se descarta.
  - La pérdida de paquetes, si ha de ser corregida, se resuelve en capas superiores (transporte o aplicación)
  - La corrección de pérdidas, usando retransmisión, puede causar aún más congestión si no se ejerce algún tipo de control



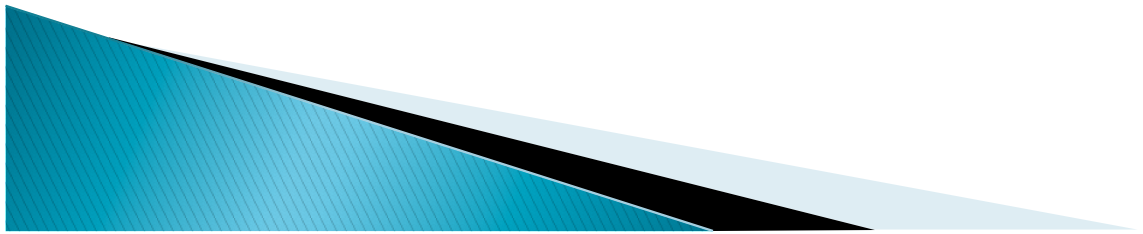
Jitter


Navigator Graph
Seconds
80 m
70 m
60 m
50 m
40 m
30 m
20 m
10 m
0
16:40
17:00
17:20
17:40
18:00
18:20
18:40
19:00
RRDTOOL / TOBI OETIKER
Median Ping RTT (29.0 ms avg)
0
1/20
2/20
3/20
4/20
10/20
19/20
Packet Loss: 0.14 % average 3.40 % maximum 0.00 % current
Probe: 20 ICMP Echo Pings (56 Bytes) every 300 seconds
created on Wed Jul 19 19:20:26 2006


Navigator Graph
Seconds
500 u
400 u
300 u
200 u
100 u
0
11:20
11:40
12:00
12:20
12:40
13:00
13:20
13:40
RRDTOOL / TOBI OETIKER
Median Ping RTT (341.0 us avg)
0
1/20
2/20
3/20
4/20
10/20
19/20
Packet Loss: 0.00 % average 0.00 % maximum 0.00 % current
Probe: 20 SSH connections every 300 seconds
created on Wed Oct 22 14:01:25 2008

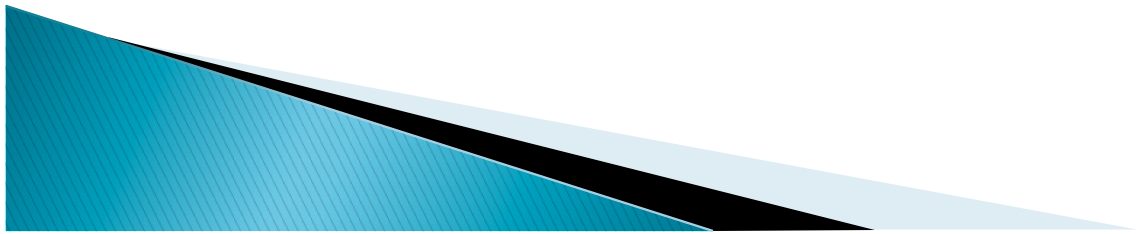
Control de Flujo y Congestión

- Limitar la tasa de envío porque el receptor no puede procesar los paquetes a la misma velocidad que los recibe
- Limitar la tasa de envío del emisor porque existen pérdidas y retardos en el trayecto



Controles en TCP

- IP implementa un servicio no-orientado a conexión
  - No existe ningún mecanismo en IP que resuelva las causas de la pérdida de paquetes
- TCP implementa control de flujo y congestión
  - En los extremos, porque los nodos intermedios en la capa de red no hablan TCP



Flujo vs. Congestión en TCP

Flujo: controlado por los tamaños de ventana (RcvWindow) enviados por el receptor

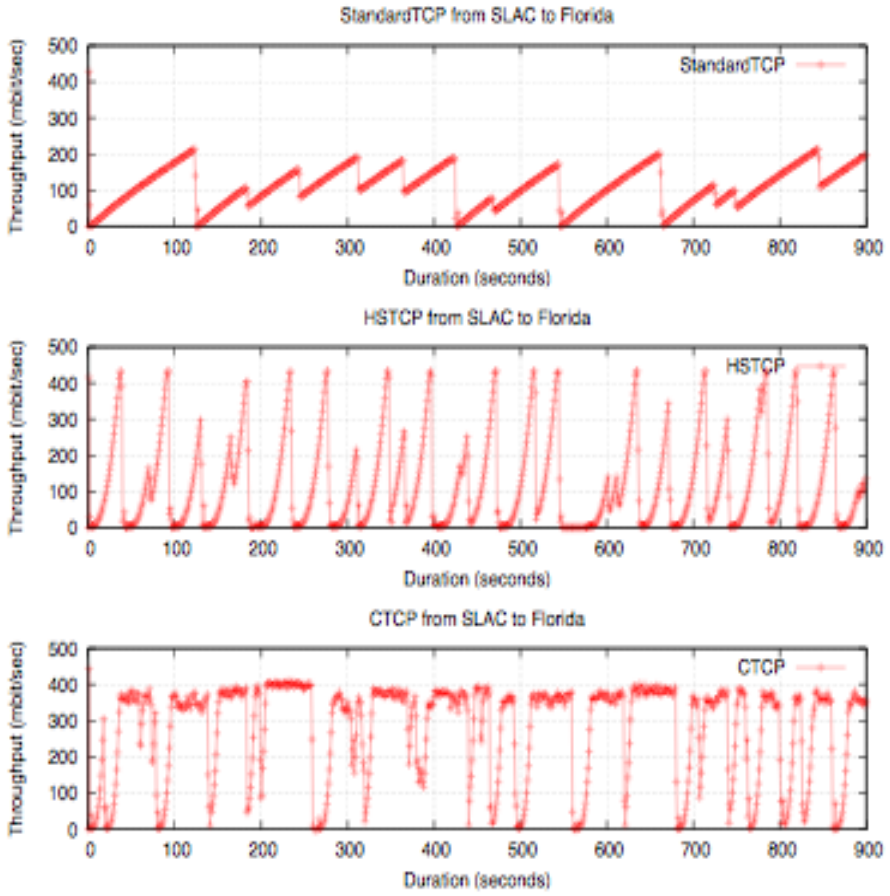
Congestión: controlado por el valor de ventana de congestión (CongWin)

- Mantenido independientemente por el emisor
- Varía de acuerdo a la detección de paquetes perdidos
  - Timeout o la recepción de tres ACKs repetidos

- Comportamientos:
  - Incremento aditivo / Decremento multiplicativo (AIMD)
  - Comienzo lento (Slow Start)
  - Reacción a eventos de *timeout*

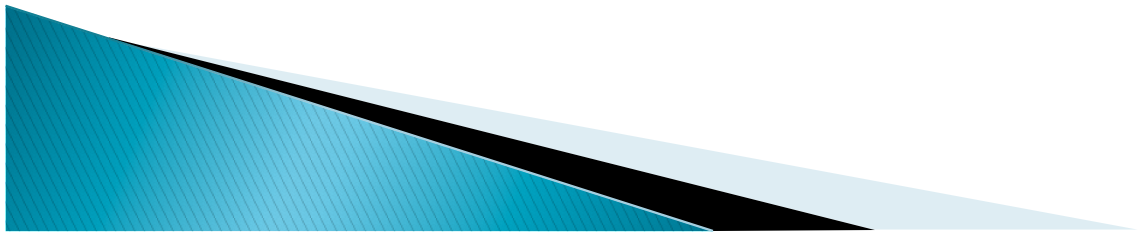
  - *Ver:* RFC 2581, y 2001
  - *"Internetworking with TCP/IP" – Douglas Comer*

Diferentes algoritmos de Control de Congestión en TCP



Métricas para sistemas

- Disponibilidad
- En sistemas Unix/Linux:
  - Uso del CPU
    - Kernel, System, User, IOwait
  - Uso de la Memoria
    - Real y Virtual
  - Carga (load)



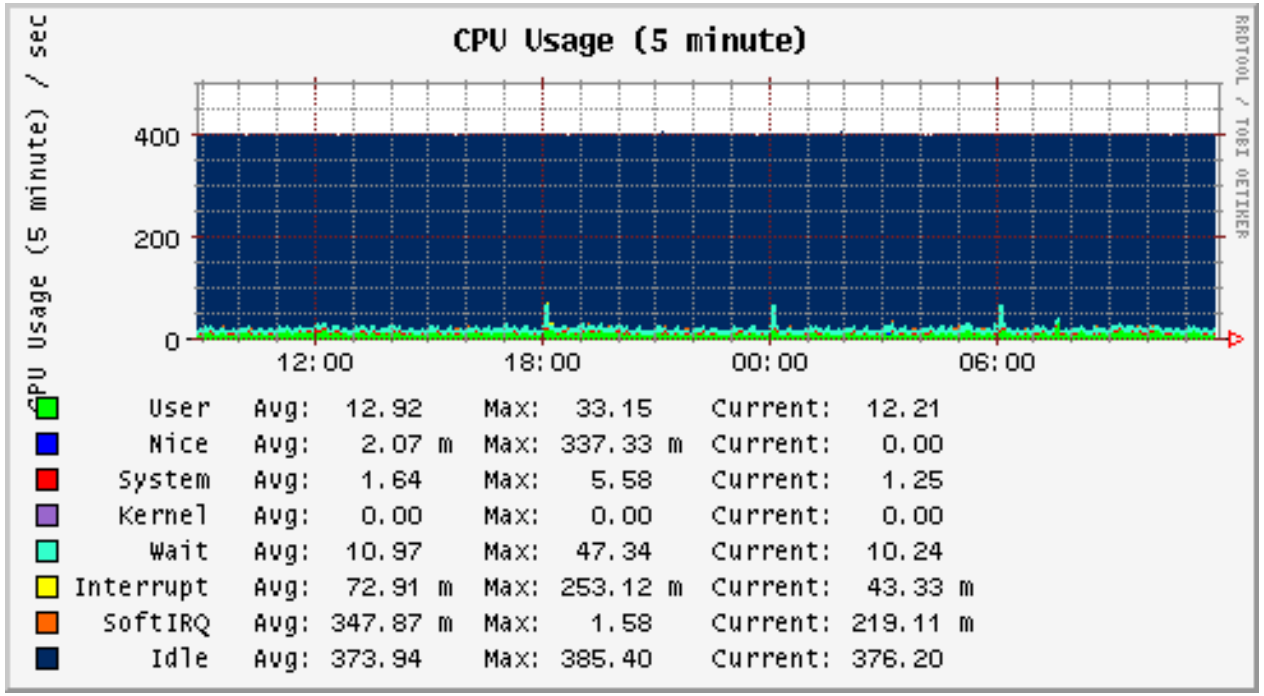
Disponibilidad

State	Type / Reason	Time	% Total Time	% Known Time
UP	Unscheduled	363d 15h 35m 6s	99.995%	99.995%
	Scheduled	1d 8h 0m 45s	0.365%	0.365%
	Total	**364d 23h 35m 51s**	**99.995%**	**99.995%**
DOWN	Unscheduled	0d 0h 0m 0s	0.000%	0.000%
	Scheduled	0d 0h 0m 0s	0.000%	0.000%
	Total	**0d 0h 0m 0s**	**0.000%**	**0.000%**
UNREACHABLE	Unscheduled	0d 0h 23m 36s	0.005%	0.005%
	Scheduled	0d 0h 0m 33s	0.000%	0.000%
	Total	**0d 0h 24m 9s**	**0.005%**	**0.005%**
Undetermined	Nagios Not Running	0d 0h 0m 0s	0.000%	
	Insufficient Data	0d 0h 0m 0s	0.000%	
	Total	0d 0h 0m 0s	0.000%	
All	Total	365d 0h 0m 0s	100.000%	100.000%

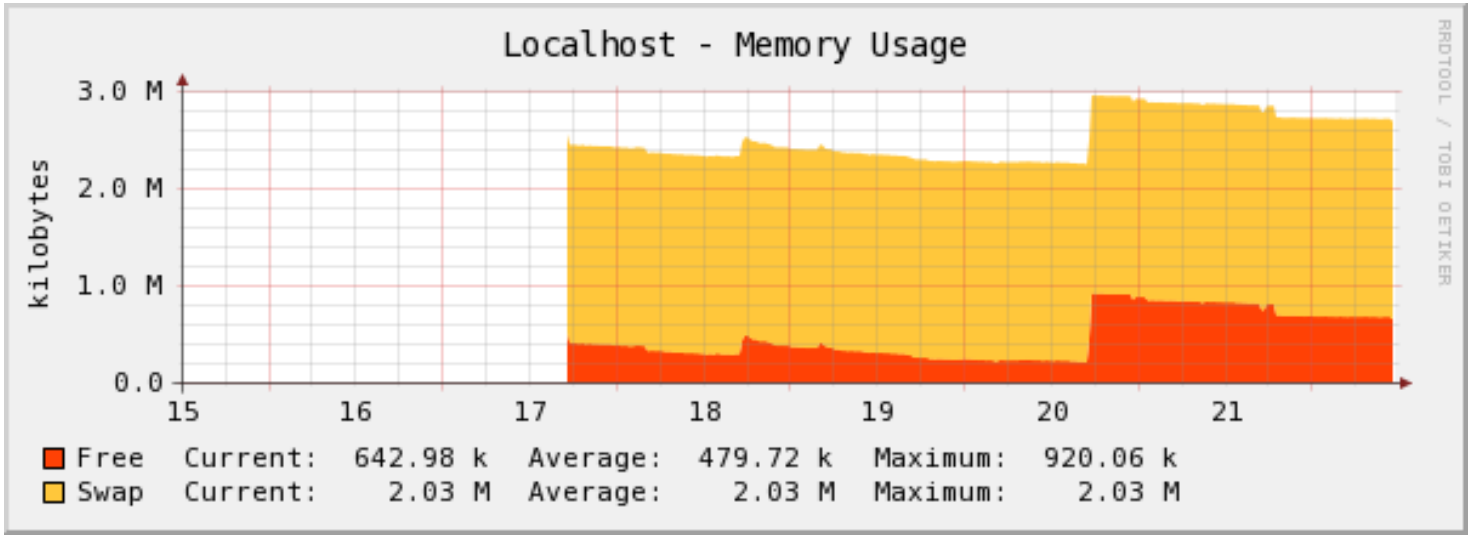
State Breakdowns For Host Services:

Service	% Time OK	% Time Warning	% Time Unknown	% Time Critical	% Time Undetermined
HTTP	99.999% (99.999%)	0.000% (0.000%)	0.000% (0.000%)	0.001% (0.001%)	0.000%
HTTPS	99.974% (99.974%)	0.000% (0.000%)	0.000% (0.000%)	0.026% (0.026%)	0.000%
PING	0.000% (0.000%)	0.000% (0.000%)	0.000% (0.000%)	0.000% (0.000%)	100.000%
POP3	99.926% (99.926%)	0.000% (0.000%)	0.000% (0.000%)	0.074% (0.074%)	0.000%
SMTP	99.998% (99.998%)	0.000% (0.000%)	0.000% (0.000%)	0.002% (0.002%)	0.000%
TRAP	25.865% (25.865%)	0.000% (0.000%)	0.000% (0.000%)	74.135% (74.135%)	0.000%
Average	70.960% (70.960%)	0.000% (0.000%)	0.000% (0.000%)	12.373% (12.373%)	16.667%

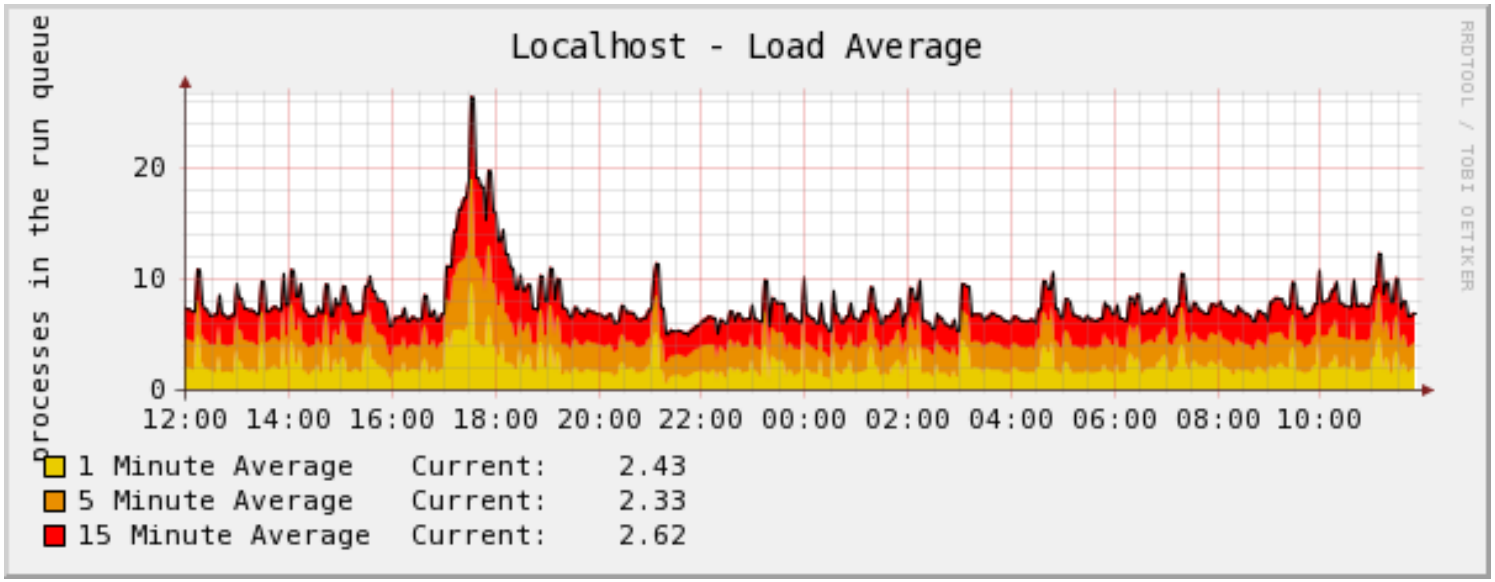
Uso del CPU


CPU Usage (5 minute)
CPU Usage (5 minute) / sec
400
200
0
12:00
18:00
00:00
06:00
RRDTOOL / TOBI OETIKER
User Avg: 12.92 Max: 33.15 Current: 12.21
Nice Avg: 2.07 m Max: 337.33 m Current: 0.00
System Avg: 1.64 Max: 5.58 Current: 1.25
Kernel Avg: 0.00 Max: 0.00 Current: 0.00
Wait Avg: 10.97 Max: 47.34 Current: 10.24
Interrupt Avg: 72.91 m Max: 253.12 m Current: 43.33 m
SoftIRQ Avg: 347.87 m Max: 1.58 Current: 219.11 m
Idle Avg: 373.94 Max: 385.40 Current: 376.20

Memoria

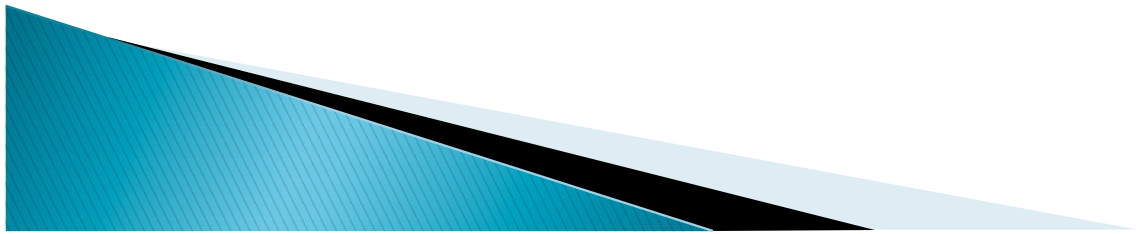

Localhost - Memory Usage
kilobytes
3.0 M
2.0 M
1.0 M
0.0
15
16
17
18
19
20
21
Free Current: 642.98 k Average: 479.72 k Maximum: 920.06 k
Swap Current: 2.03 M Average: 2.03 M Maximum: 2.03 M
RRDTOOL / TOBI OETIKER

Carga (load)

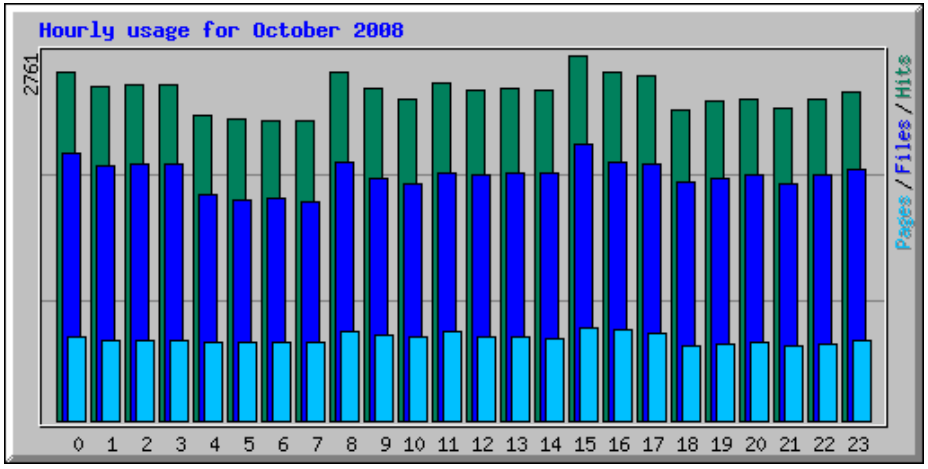

Localhost - Load Average
processes in the run queue
20
10
0
12:00 14:00 16:00 18:00 20:00 22:00 00:00 02:00 04:00 06:00 08:00 10:00
1 Minute Average Current: 2.43
5 Minute Average Current: 2.33
15 Minute Average Current: 2.62
RRDTOOL / TOBI OETIKER

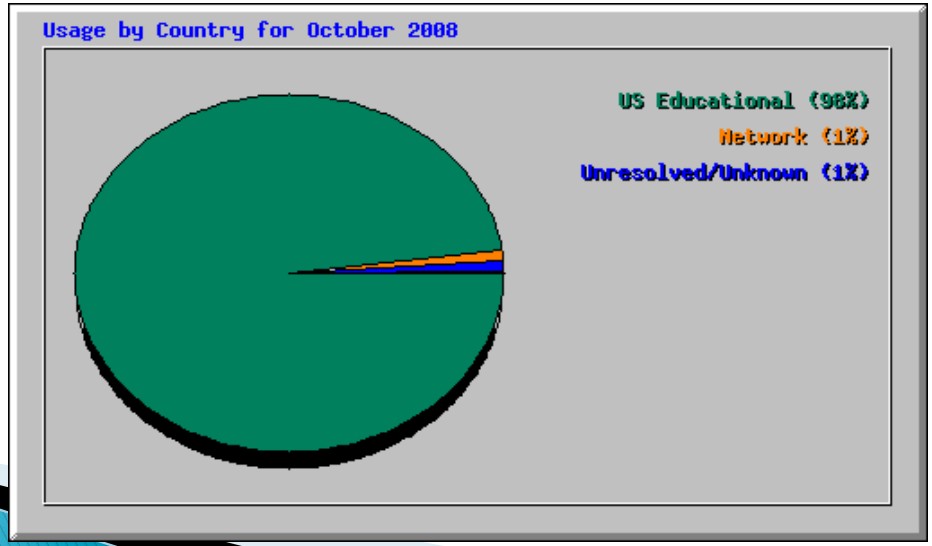
Métricas de Servicios

- La clave está en elegir las métricas más importantes para cada servicio
  - Preguntarse:
    - Cómo se percibe la degradación del servicio?
      - Tiempo de espera?
      - Disponibilidad?
    - Cómo justifico mantener el servicio?
      - Quién lo está utilizando?
      - Con qué frecuencia?
      - Valor económico?

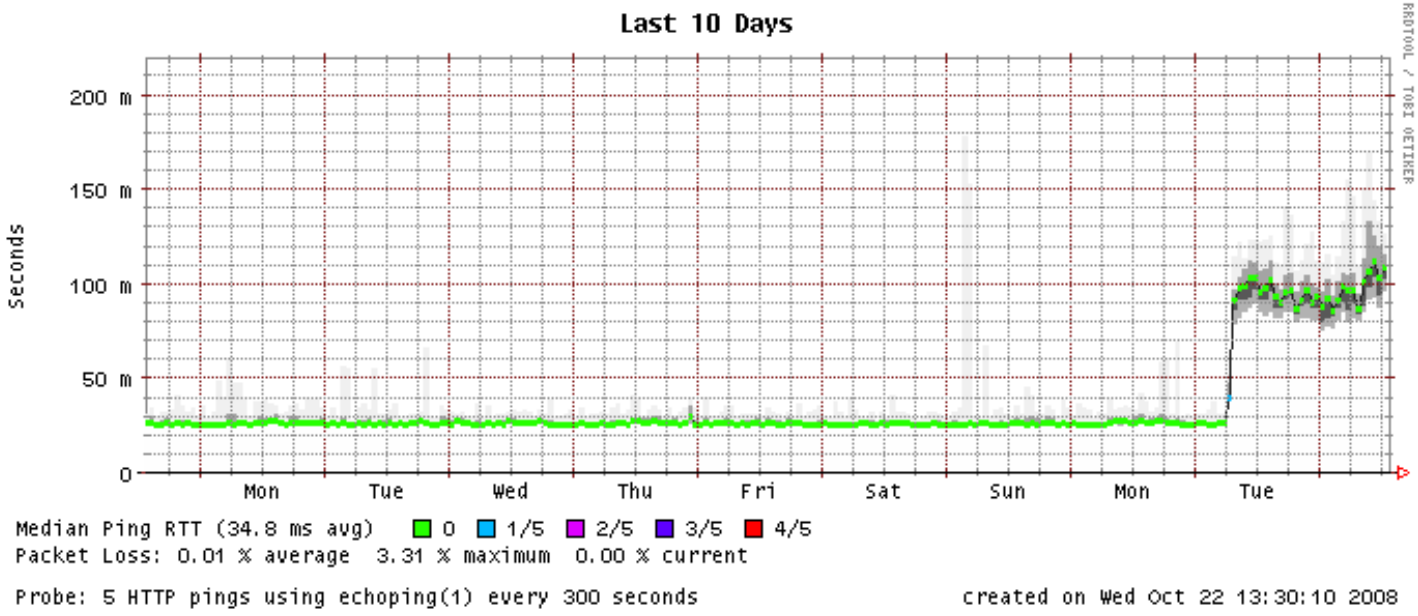


Utilización de servidor web

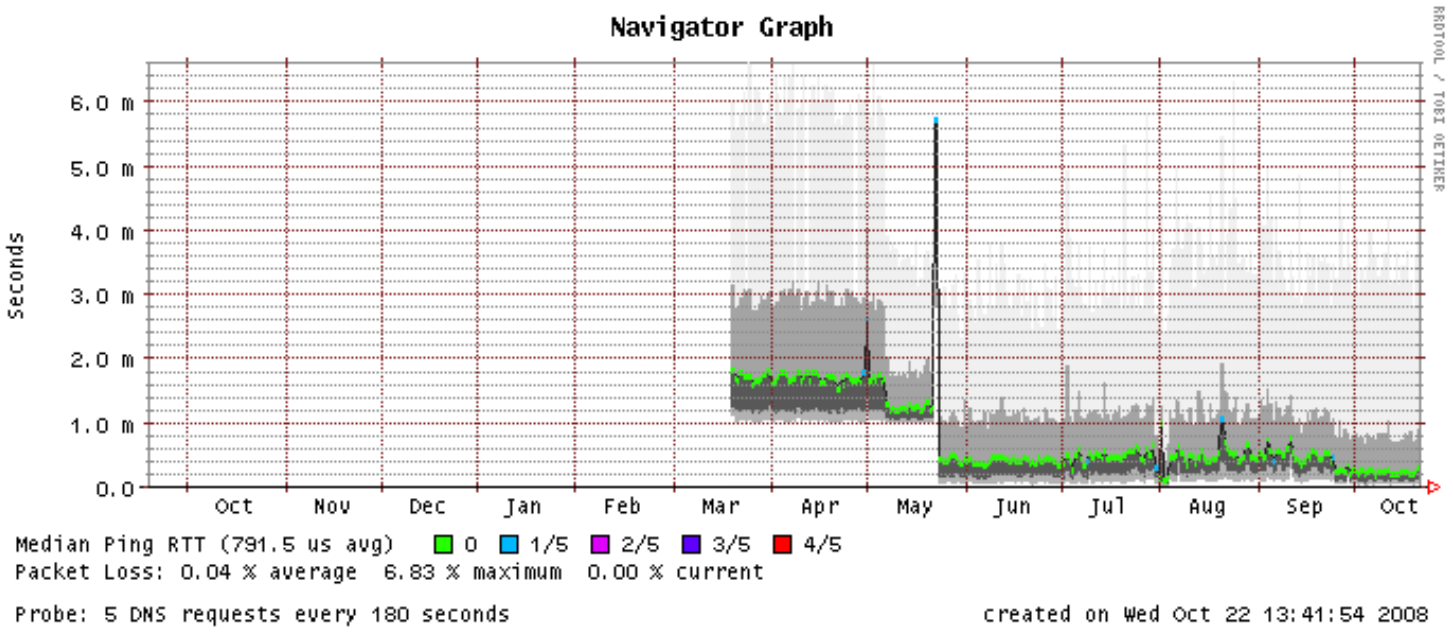




Tiempo de respuesta (servidor web)

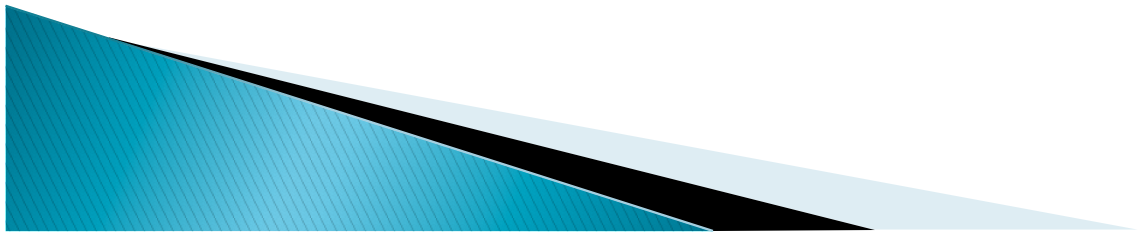


Tiempo de Respuesta (servidor DNS)

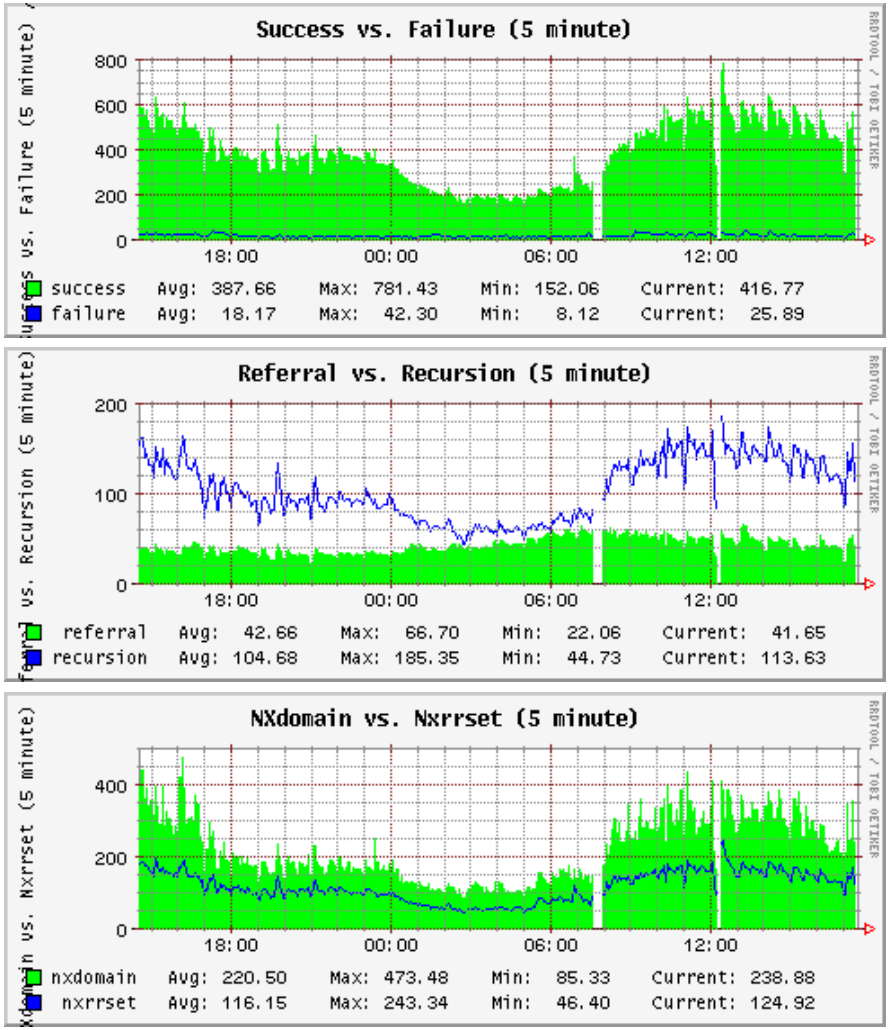


Métricas de DNS

Estadística	Descripción
Success	Número de peticiones con éxito (respuesta no es una referencia)
Referral	Número de peticiones que resultaron en una referencia
NXRRSET	Número de peticiones cuyo nombre no contenía el tipo de record consultado
NXDOMAIN	Número de peticiones cuyo nombre no existía
Recursion	Número de peticiones recursivas que requirieron el envío de una o más peticiones por el servidor
Failure	Número de peticiones sin éxito que resultaron en un fallo diferente a NXDOMAIN
Total	Número de peticiones totales (por unidad de tiempo)

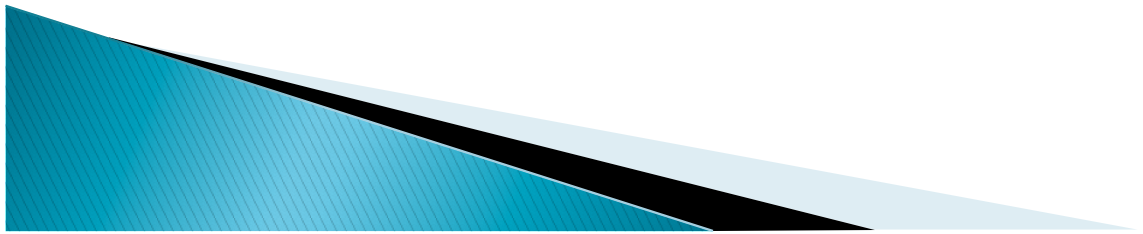


Métricas de DNS

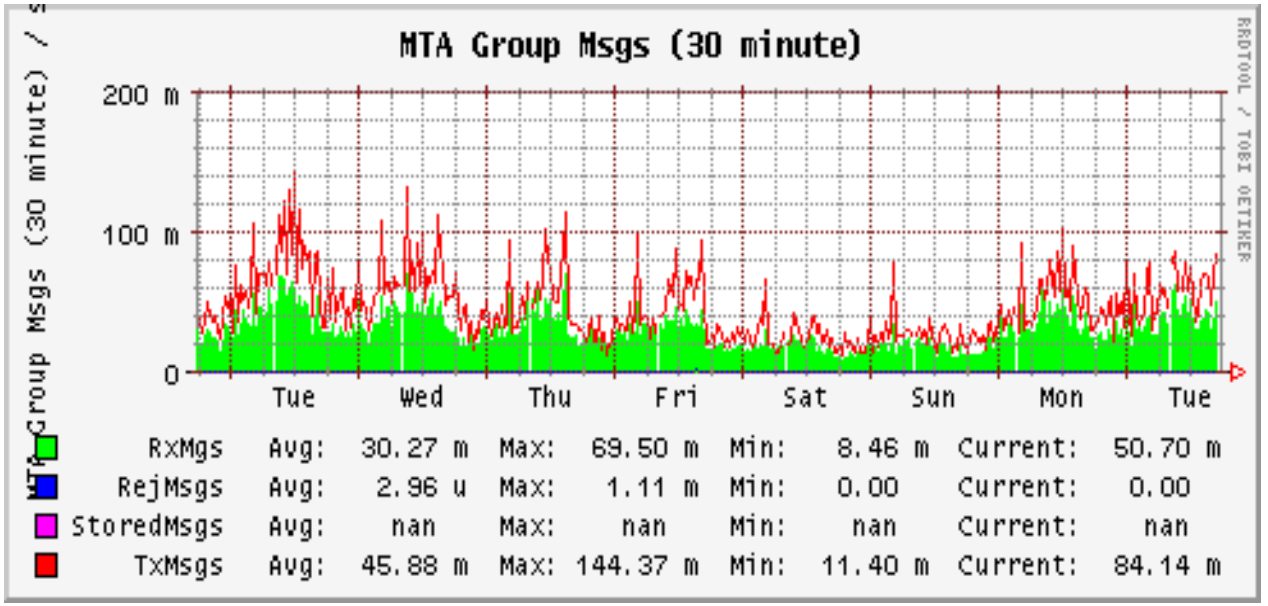


Métricas de Servidor de Correo

- Contadores por *mailer* (local, esmtp, etc.)
  - Número de mensajes recibidos/enviados
  - Número de bytes recibidos/enviados
  - Número de mensajes denegados
  - Número de mensajes descartados
- Muy importate: Número de mensajes en cola

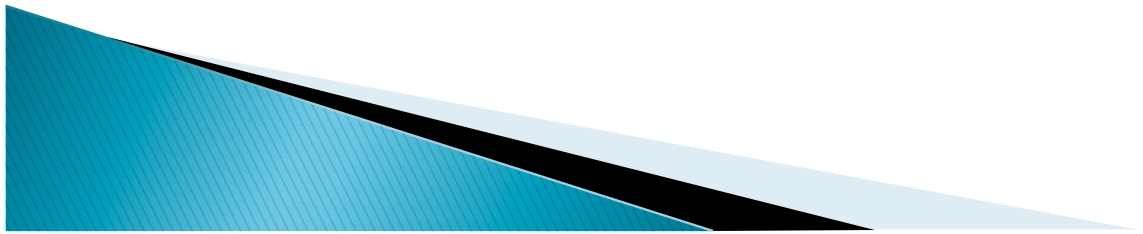


Estadísticas de Sendmail

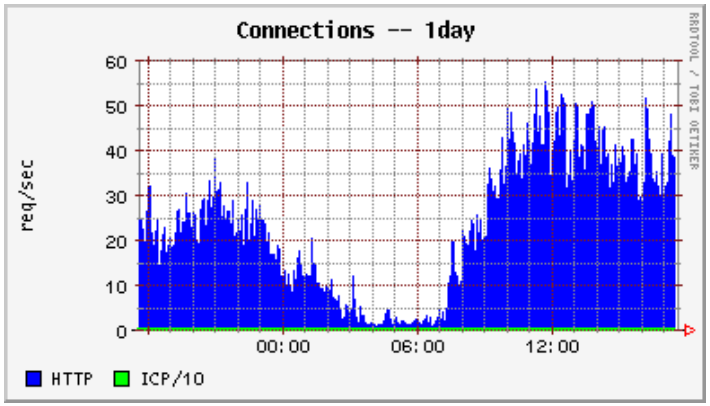


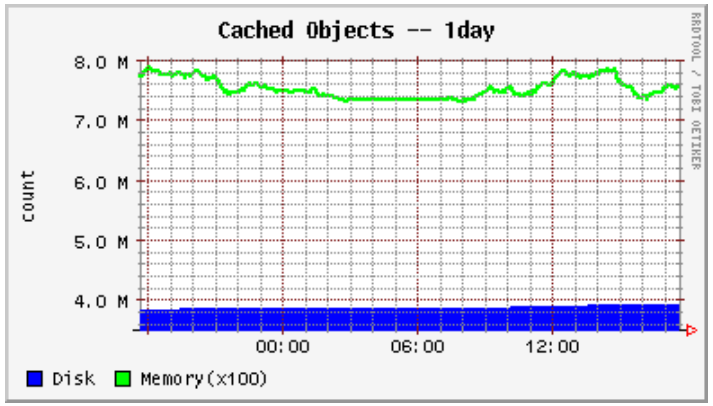
Métricas de Web Proxy

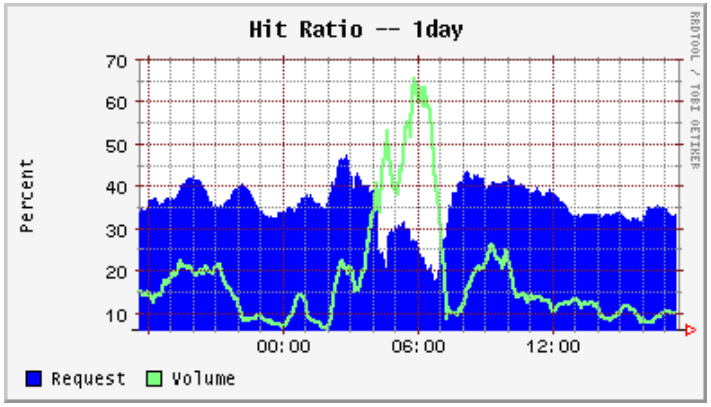
- Número de peticiones por segundo
- Peticiones servidas localmente vs. re-enviadas
  - Diversidad de los destinos web
  - Eficiencia de nuestro proxy
- Número de elementos almacenados en memoria vs. disco



Estadísticas de Squid







Estadísticas de DHCP