

El Núcleo de Red

Apartado 1.3

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Tema 1: Contenido

2

1.1 ¿Qué es Internet?

1.2 Sistemas finales, redes de acceso y enlaces

1.3 Núcleo de red

- **Conmutación de circuitos, conmutación de paquetes, estructura de red**

1.4 Retardo, pérdidas y rendimiento en redes de conmutación de paquetes

1.5 Capas de protocolo, modelos de servicios

1.6 Historia



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

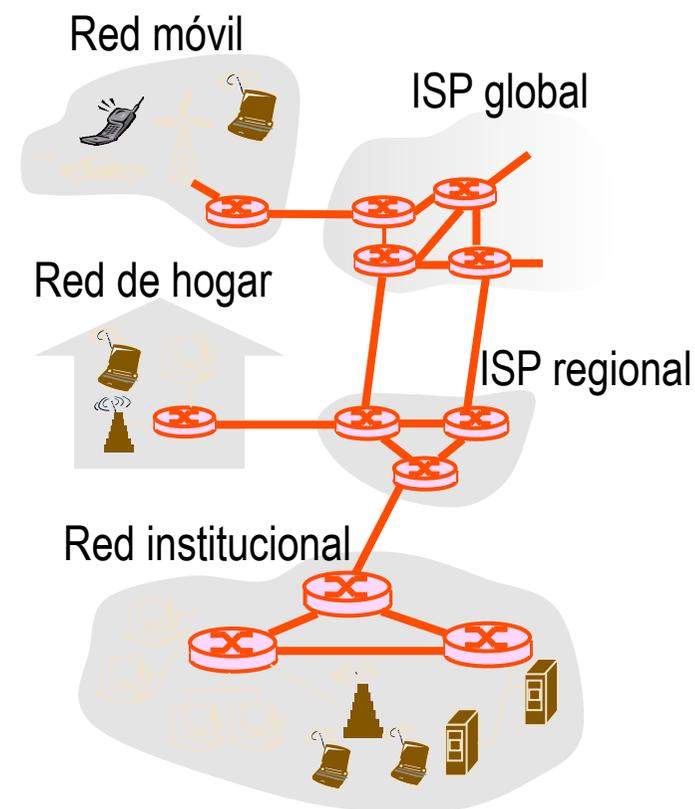
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

El Núcleo de Red (“core”, “backbone”)

3

¿Cómo se intercambia la información?

- A través del soporte físico que provee el Núcleo de Red
- Dos paradigmas:
 - ▣ **Conmutación de Circuitos**
Canal dedicado para cada comunicación
Ej: redes telefónicas (llamada telefónica)
 - ▣ **Conmutación de Paquetes**
Canal compartido. La información se trocea
Ej: redes de datos
- Caso de Internet



Cartagena99

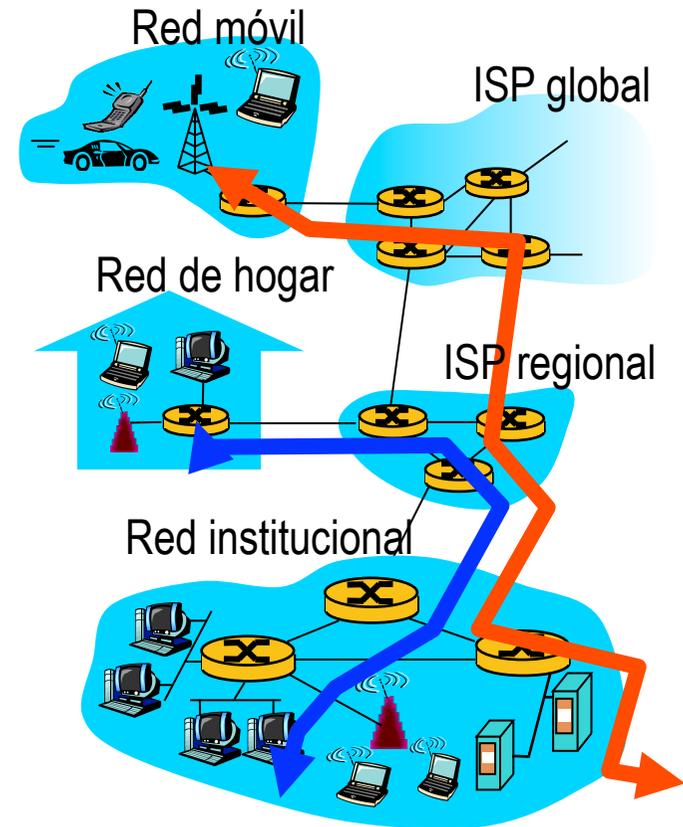
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Conmutación de Circuitos (“Circuit Switching”)

4

- ❑ Cada comunicación dispone de recursos reservados extremo a extremo
 - ❑ Capacidad de transmisión
 - ❑ Ancho de banda en los enlaces
 - ❑ Capacidad de conmutación
- ❑ Fase de establecimiento
- ❑ Calidad constante



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

www.cartagena99.com

Conmutación de Circuitos (“Circuit Switching”)

5

- ❑ Los recursos (p.e. el ancho de banda) se dividen en trozos (“circuitos”) → **Reparto**
- ❑ A cada comunicación se le asigna uno de los circuitos → **Reserva** (estática o dinámica)
- ❑ Algunas “pegas”:
 - ❑ Los circuitos no asignados quedan ociosos
 - ❑ Los recursos asignados y no usados por su “dueño”, también quedan ociosos
 - ❑ Si se quiere muchas comunicaciones, los “trozos” deben ser muy pequeños

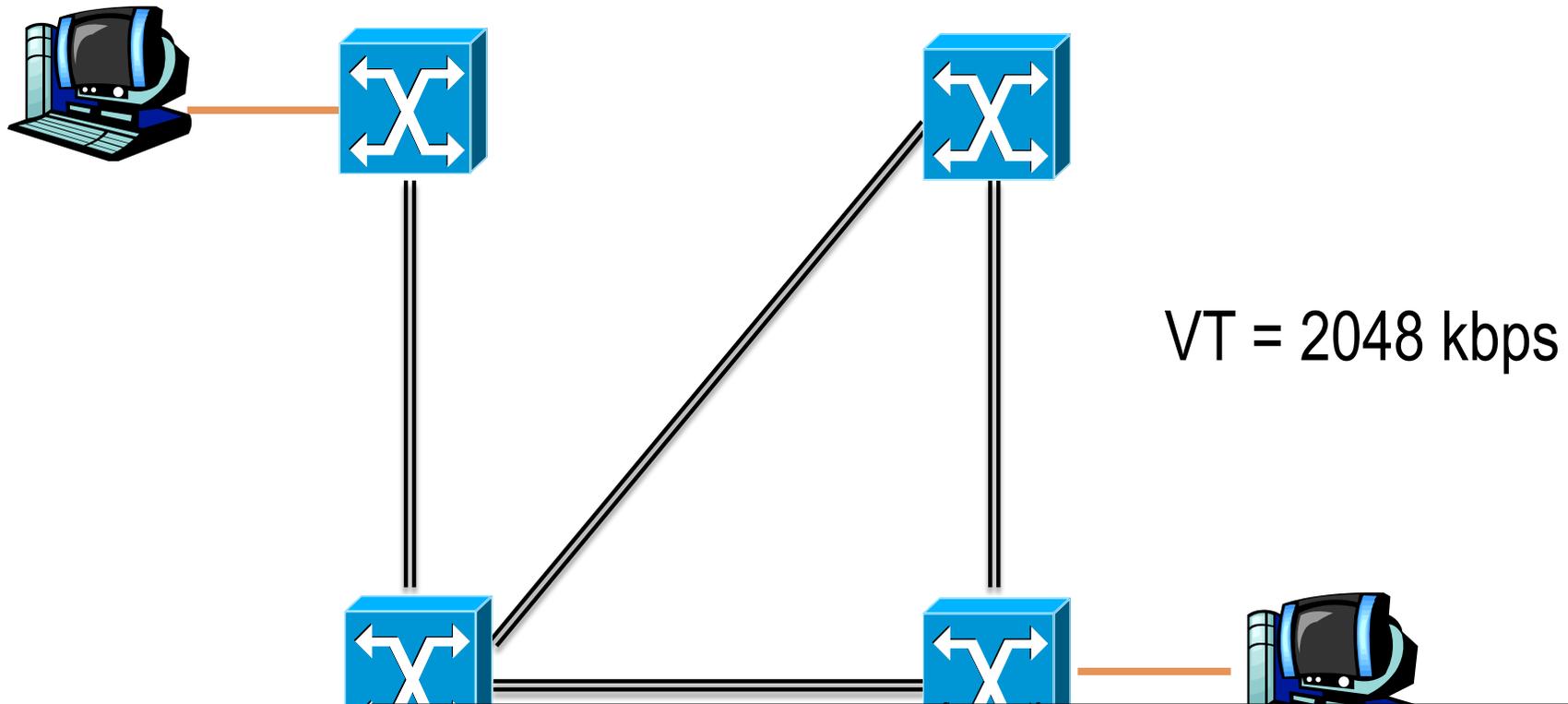
The logo for Cartagena99 features the text 'Cartagena99' in a stylized, teal-colored font. The '99' is significantly larger and more prominent than the 'Cartagena' part. The text is set against a light blue and white background that resembles a stylized map or a splash of water.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Conmutación de circuitos: ejemplo

6



CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

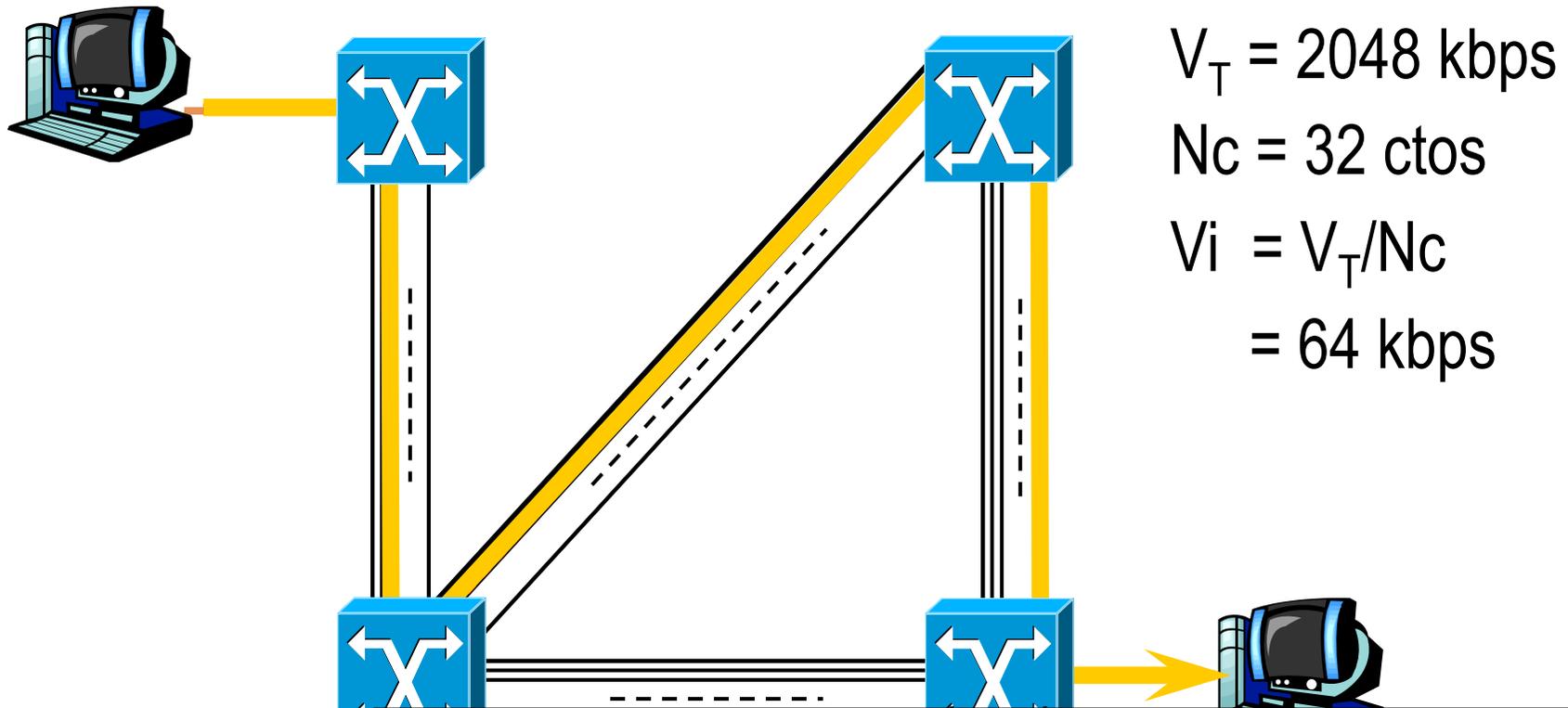
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

www.cartagena99.com

Conmutación de circuitos: ejemplo

7



$$V_T = 2048 \text{ kbps}$$
$$N_c = 32 \text{ ctos}$$
$$V_i = V_T / N_c$$
$$= 64 \text{ kbps}$$

Cartagena99

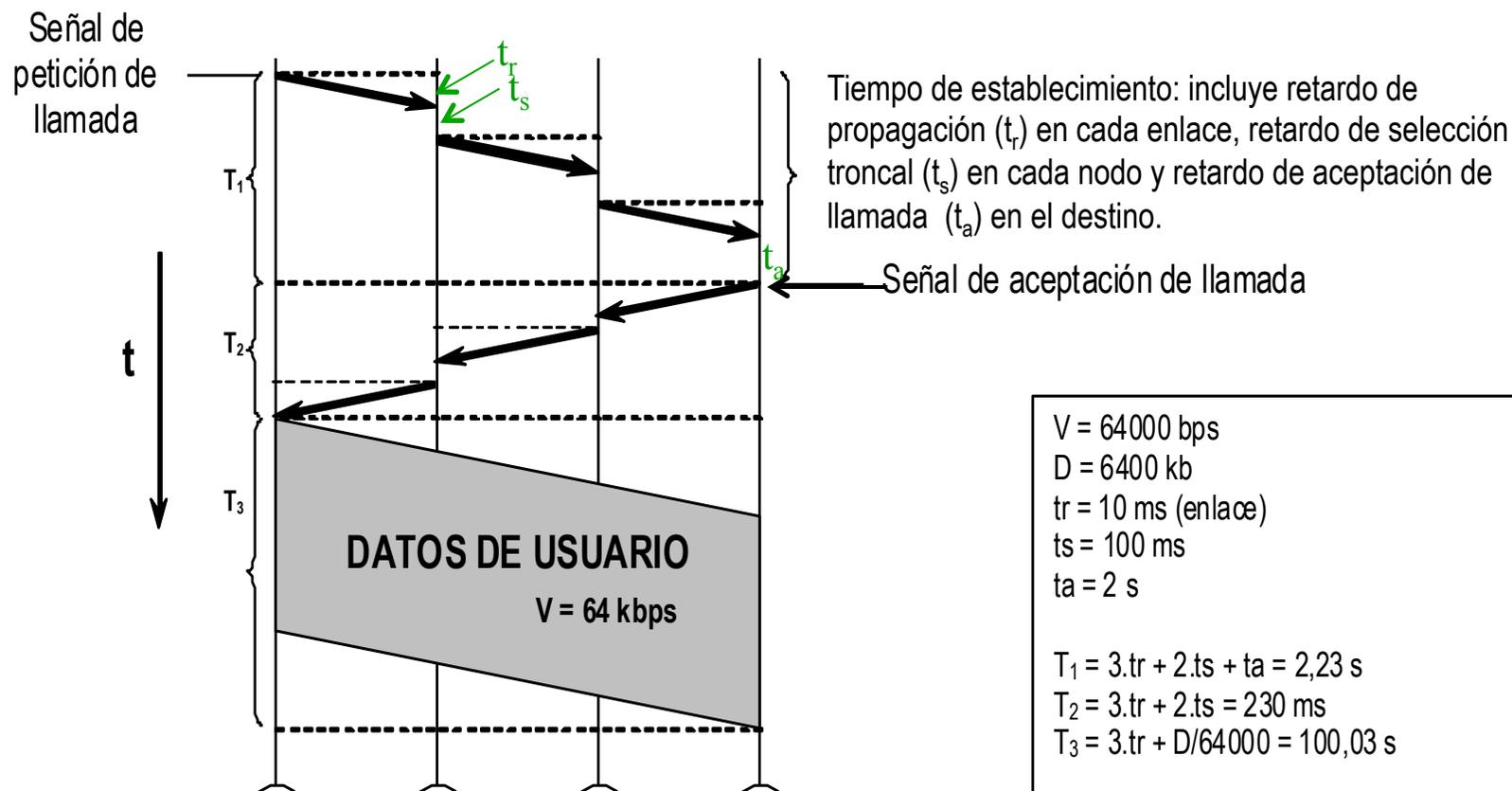
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Conmutación de circuitos: **evolución temporal**

8

Ejemplo de llamada telefónica



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Conmutación de circuitos: FDM y TDM

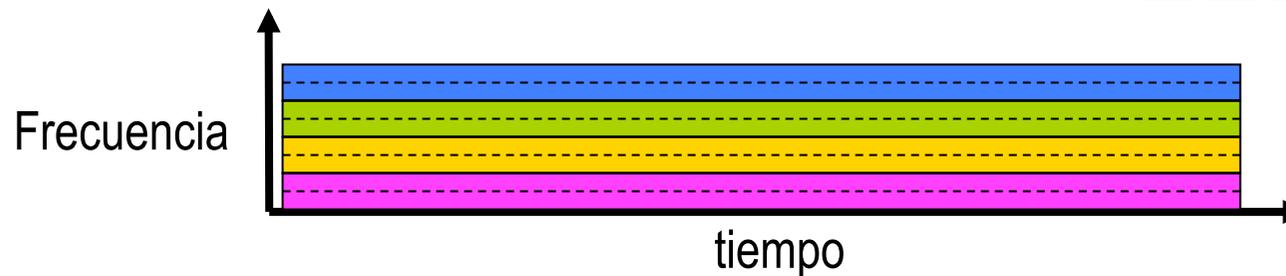
9

- ¿Cómo se hace el reparto (**multiplexación**)?
 - ▣ En frecuencia
 - Se reparte la capacidad espectral → FDM
 - ▣ En tiempo
 - Se “ranura” el tiempo → TDM

Supongamos:
4 comunicaciones



FDM



TDM



CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

www.cartagena99.com

Conmutación de circuitos: Resumen

10

□ Ventajas

- Bajo retardo
 - Sólo retardos de transmisión y propagación, sin esperas
- No hay congestión (circuito exclusivo)
 - Una vez establecido el circuito (reserva de recursos hecha)

□ Inconvenientes

- Tiempo de establecimiento del circuito previo a la transmisión → **espera**
- Períodos de inactividad → **recurso asignado ocioso**
- N° de recursos finito → **bloqueo o rechazo de nuevas comunicaciones**
- Transmisión acoplada en velocidad
 - No hay “buffer” de almacenamiento



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Conmutación de paquetes

11

- ❑ Los recursos de la red:
 - ❑ Se comparten
 - ❑ Cada comunicación los usa cuando los necesita y los libera después
 - ❑ No hay reservas ni asignaciones
 - ❑ Se compite por los recursos
- ❑ ¿Cómo se evita el monopolio?
 - ❑ El flujo de información se divide en pequeños “trozos” (paquetes)
 - ❑ Los paquetes se envían de manera “independiente” unos de otros
 - ❑ Cada paquete se recibe, se procesa y se reenvía cuando se puede
 - ❑ Almacenamiento & Retransmisión (*store & forward*)
 - ❑ Los paquetes de diferentes comunicaciones:
 - ❑ Se intercalan, comparten el uso de los recursos

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

www.cartagena99.com

Conmutación de paquetes

12

- ¿Cómo se organiza el envío de paquetes?
- ¿Cómo se procede si varios clientes desean enviar paquetes de datos a la vez?
 - → Varias comunicaciones a la vez
- Solución:
 - Cola FIFO → Cola de paquetes en espera del recurso
 - FIFO: First In, First Out
 - Primero en llegar, primero en salir → Retardo de espera
 - Pero:
 - El retardo crece exponencialmente con la carga
 - Pueden ocurrir atascos severos
 - → Colas se desbordan → Congestión



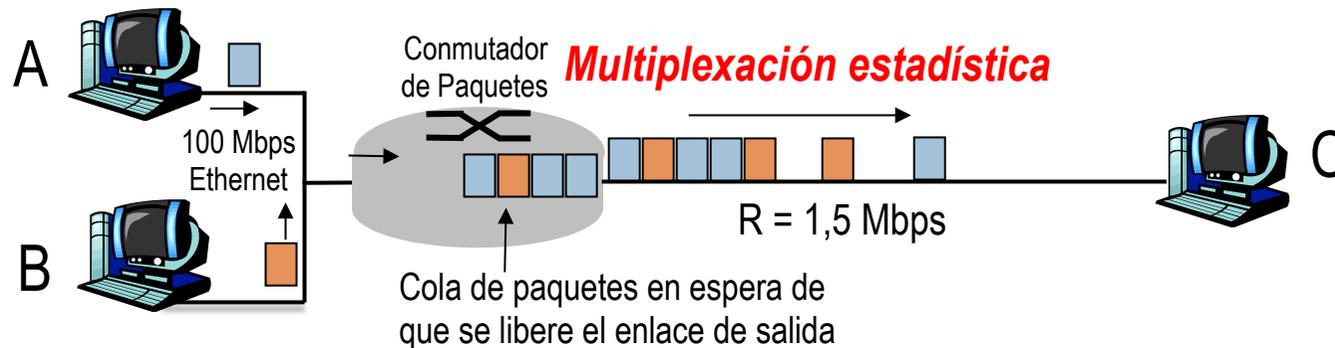
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Multiplexación **estadística** de flujos de paquetes

13



- ❑ Flujos de paquetes de las fuentes (A y B) **NO** son constantes
- ❑ En principio:
 - ❑ Cada fuente puede utilizar el **enlace** entre el conmutador y C cuando lo necesite

→ **multiplexación estadística de flujos**

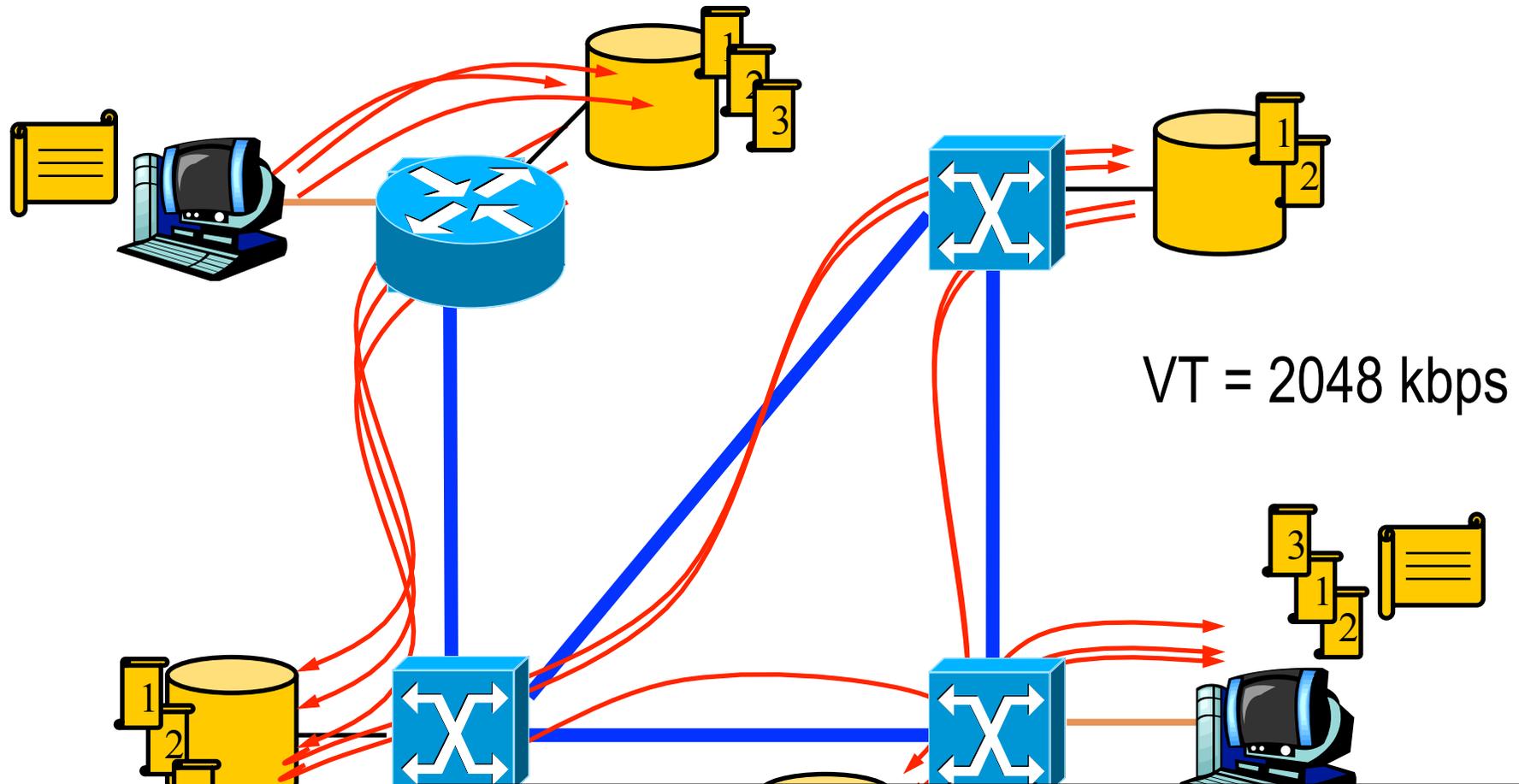
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Conmutación de paquetes: ejemplo

14



CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

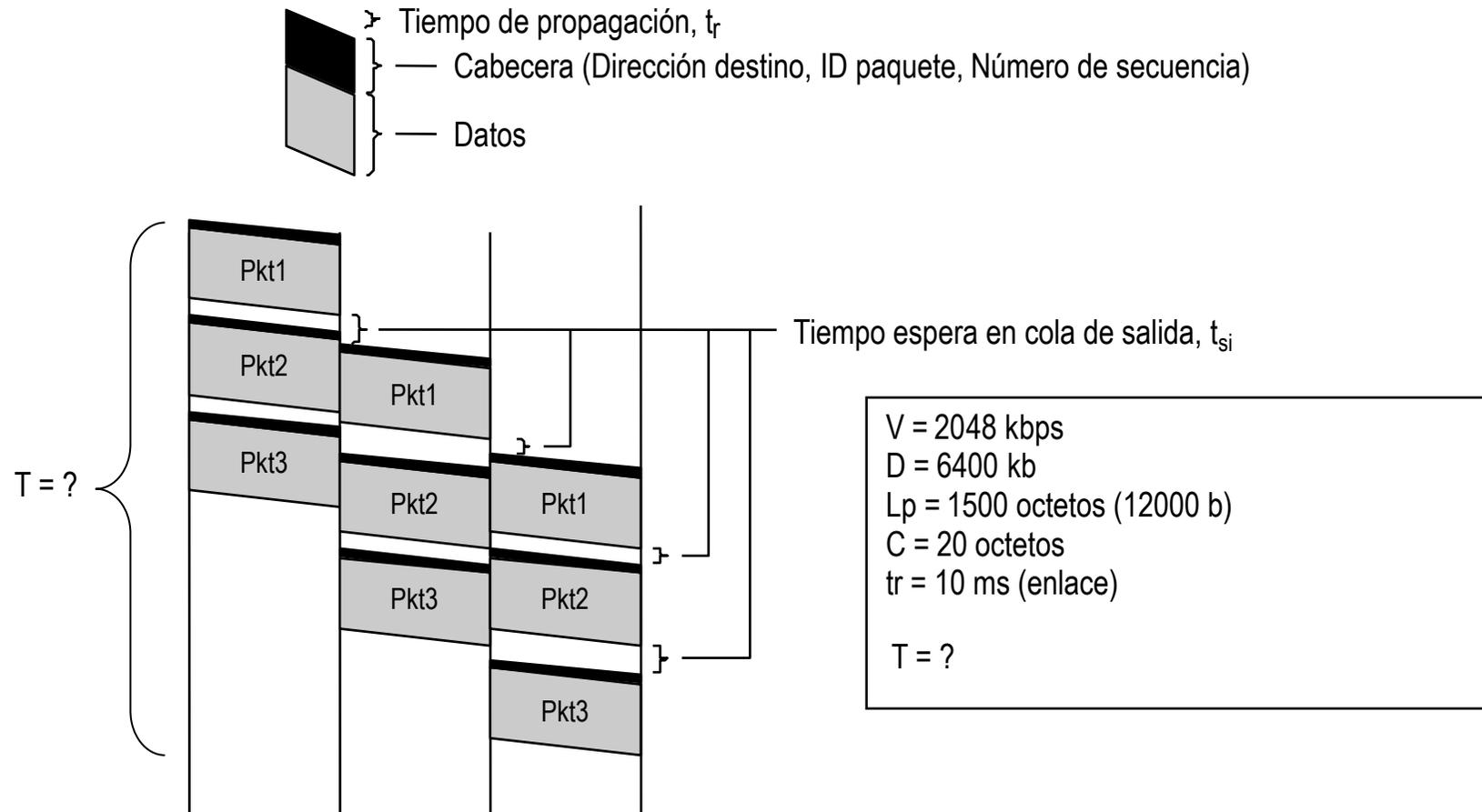
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

www.cartagena99.com

Conmutación de Paquetes: **evolución temporal**

15



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Conmutación de paquetes - Resumen

16

Ventajas

- Asignación dinámica
 - ▣ El canal sólo se ocupa si se necesita
- No hay bloqueo/rechazo
 - ▣ Si el canal está ocupado se espera
- Más flexible
 - ▣ Posibles caminos alternativos se eligen en cada "salto" por paquete (caso datagramas)
- Transmisión en paralelo
→ menor retardo

Inconvenientes

- Posible congestión
 - ▣ → Aumento del retardo
- Tara:
 - ▣ Dirección destino + ID paquete
- Retardo variable:
 - ▣ Tamaño del paquete
 - ▣ Carga de la red
- Posibles pérdidas parciales
- Posible reordenamiento de paquetes

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

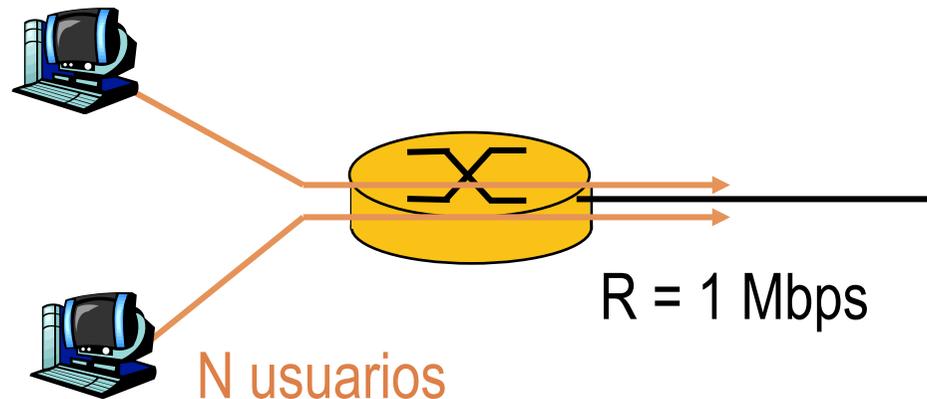
www.cartagena99.com

Paquetes versus Circuitos

17

La conmutación de paquetes permite atender más usuarios que la conmutación de circuitos !?!? [según Kurose & Ross]

- Enlace con $R = 1 \text{ Mb/s}$
- Cada usuario genera:
 - ▣ 100 kb/s si está “activo”
 - ▣ Activo el 10% del tiempo
- *Conmutación de Circuitos:*
 - ▣ $N = 10$ usuarios
- *Conmutación de Paquetes:*
 - ▣ Si $N=35$,



Bajo estas condiciones, la CP ofrece prácticamente el mismo rendimiento que la CC,

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

www.cartagena99.com

Paquetes versus Circuitos

18

Conmutación de paquetes: oé, oé, oé...

- ❑ Sí, si los datos son a ráfagas:
 - ❑ Funciona la multiplexación estadística
 - ❑ Resulta sencillo
- ❑ Pero si hay congestión:
 - ❑ Se producen retardos y pérdidas
 - ❑ No válido para determinados tipos de datos/aplicaciones
 - ❑ P.e: audio o video en vivo



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Paquetes versus Circuitos

19

Una comparativa formal como resumen

	Conmutación de Circuitos	Conmutación de Paquetes
Tara (<i>overhead</i>)	Establecimiento del circuito	Dirección destino + id. paquete
Velocidad	$V_i = V_T / N_C$	$V_i = V_T$
Nº de transmisiones independientes	1	N-1 (N = Nº de nodos)
Transmisión en paralelo	-	SI
Espera en cola	NO	En cada nodo (por paquete)
Congestión	En establecimiento	En cada nodo durante la comunicación

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

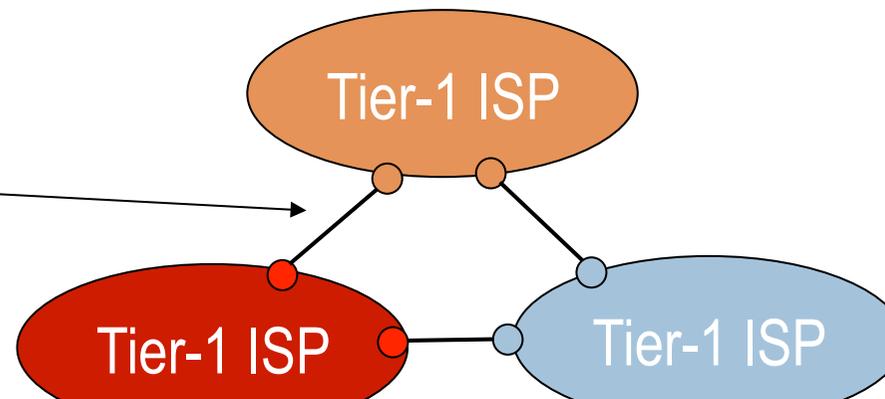
www.cartagena99.com

Estructura de Internet (red de redes)

20

- ❑ Más o menos jerarquizada
- ❑ En el nivel más alto (en el centro de la red):
 - “Tier-1” ISPs (proveedores globales)
 - ❑ Con cobertura nacional y/o internacional
(Telefónica, Vodafone, Verizon, Sprint, AT&T, Cable and Wireless)

Los proveedores de tipo “tier-1” (“peering”) se interconectan mediante enlaces privados a través de *Puntos de Presencia* (POP’s)



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

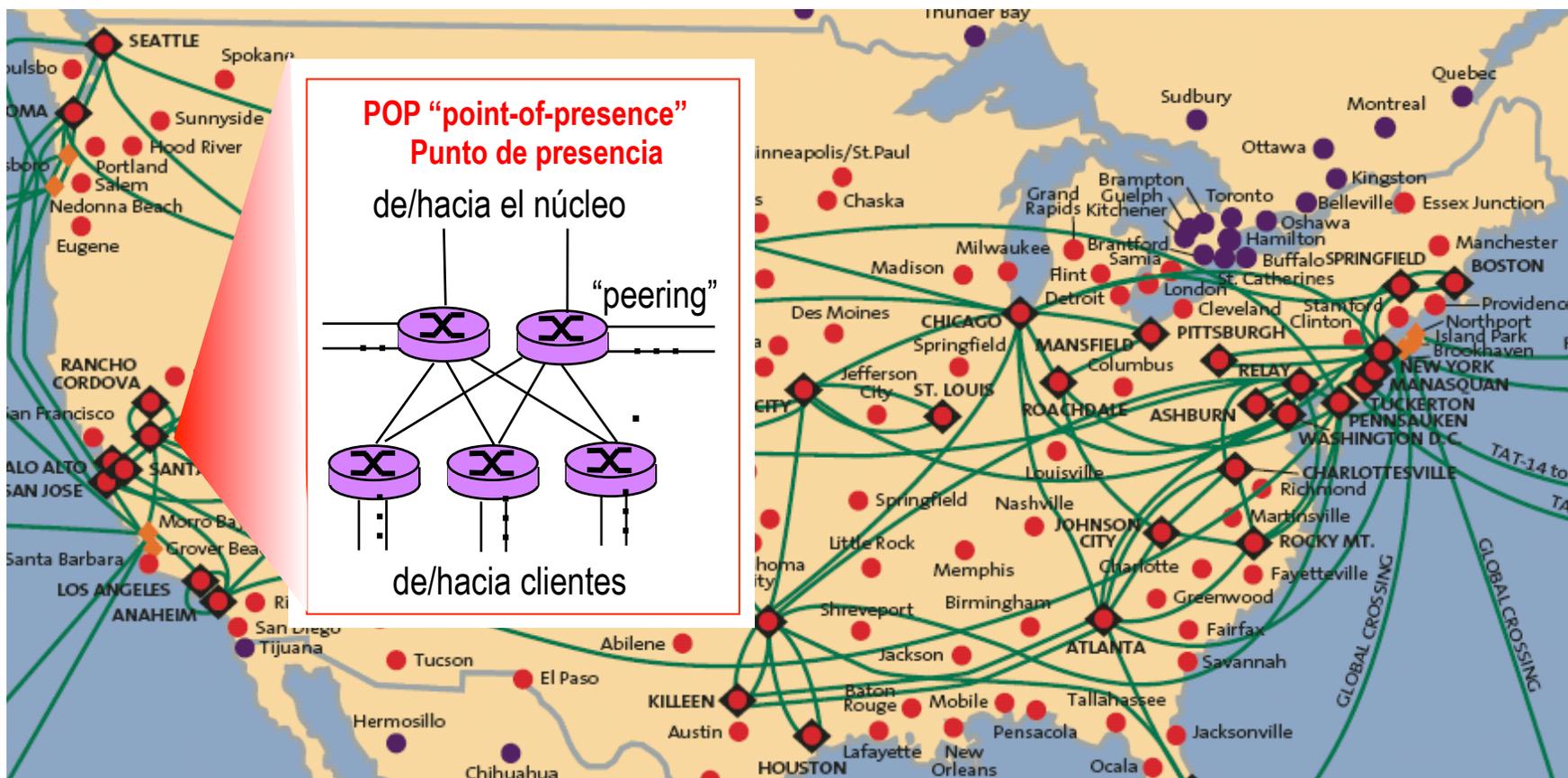
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

www.cartagena99.com

Ejemplo de "Tier-1" ISP: Sprint

21



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

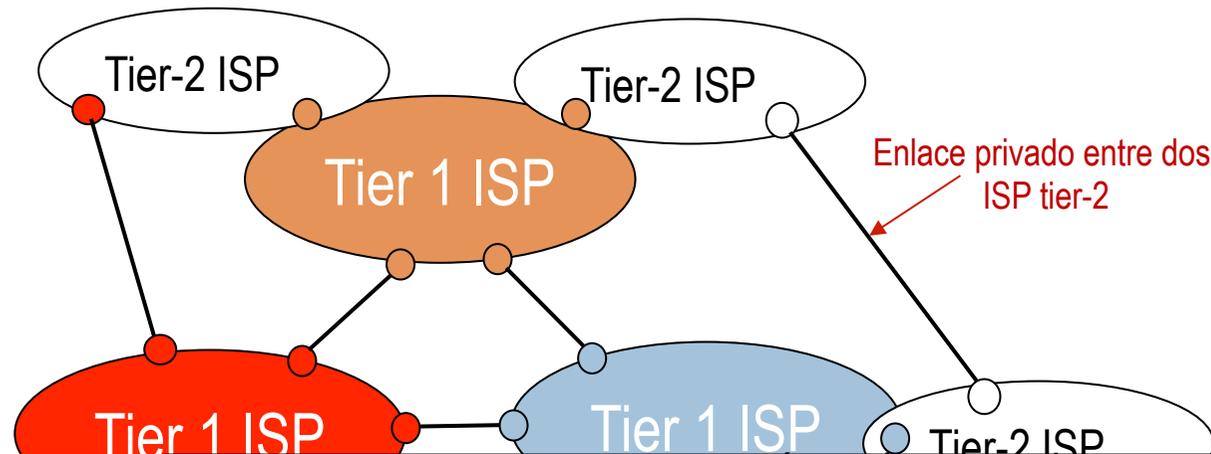
Cartagena99

www.cartagena99.com

Estructura de Internet (red de redes)

22

- “Tier-2” ISPs: ISPs más pequeños (regionales)
 - ▣ Enlazan con uno o más ISPs (tier-1), y
 - ▣ También con otros ISPs (tier-2) (normalmente)
 - ▣ Son “clientes” de los ISPs Tier-1
 - Para poder alcanzar destinos en otras redes
 - “Pagan” por ello



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

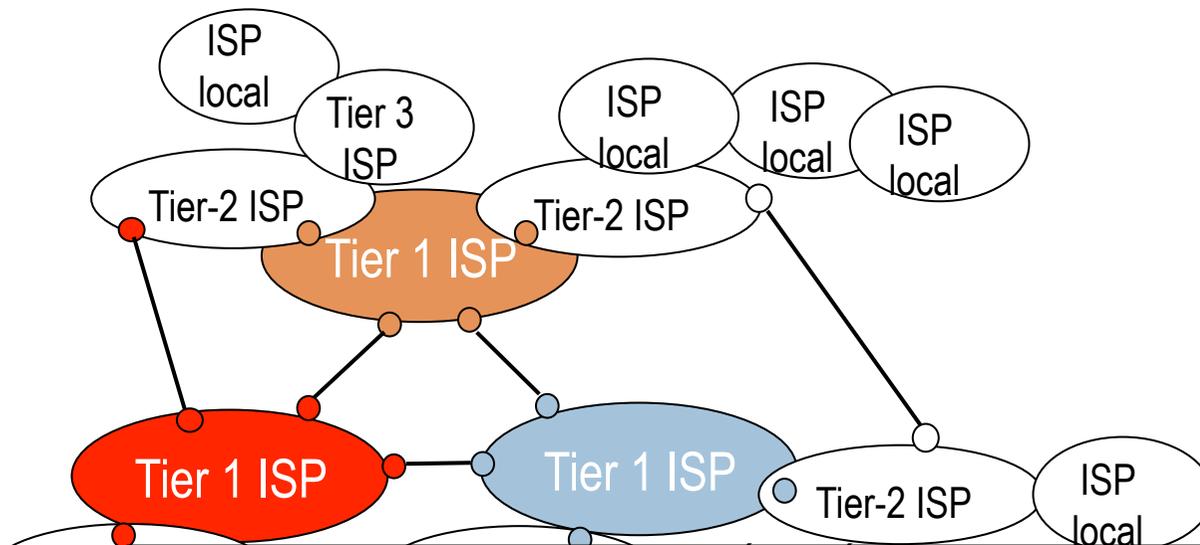
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

www.cartagena99.com

Estructura de Internet (red de redes)

23

- ❑ “Tier-3” ISPs y Local ISPs
 - ▣ Cubren el “último salto” al cliente (“red de acceso”)
 - ▣ Son a su vez clientes de ISPs de nivel superior
- ❑ Un ISP puede ejercer funciones de varios niveles



Cartagena99

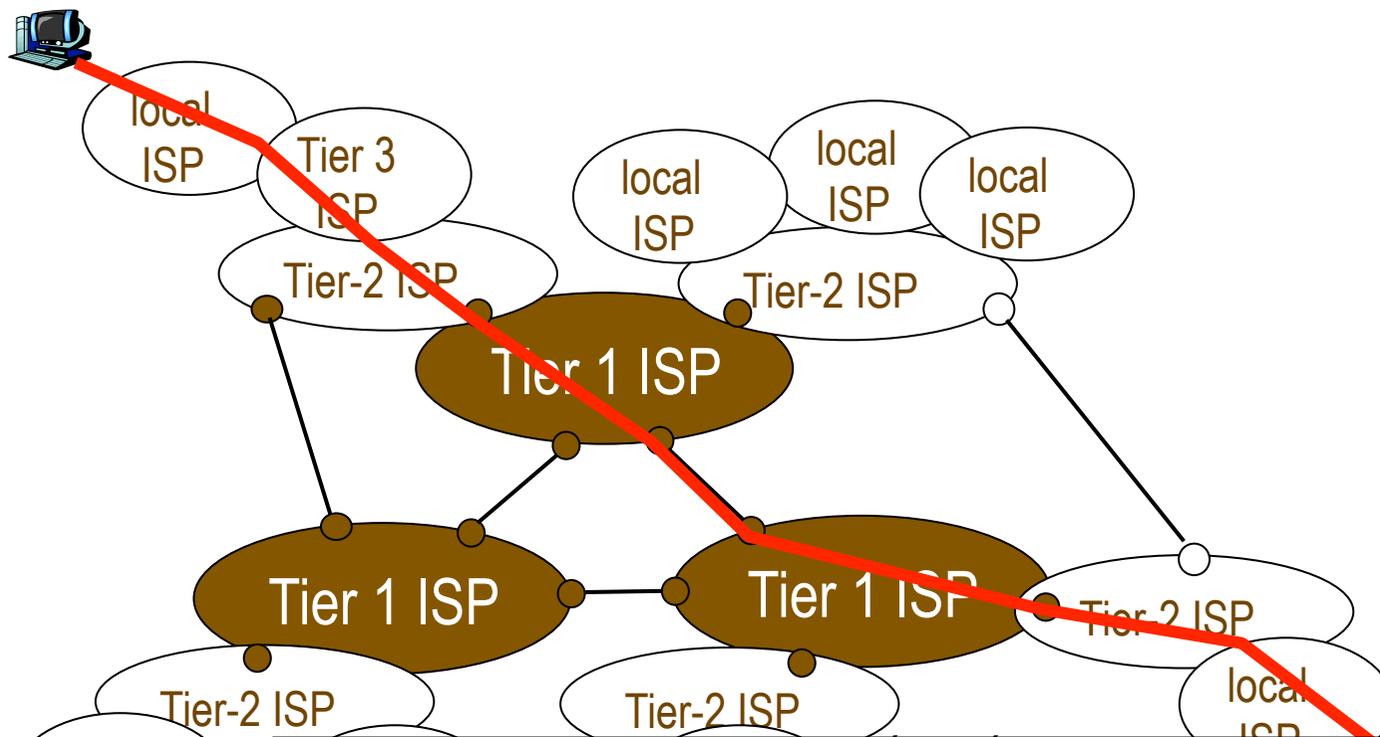
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Estructura de Internet (red de redes)

24

- Un paquete puede atravesar múltiples redes de ISPs de varios niveles hasta alcanzar su destino



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

www.cartagena99.com

Trabajo Personal del alumno

25

- Plan de trabajo del alumno
 - ▣ Ver Guía del Alumno

- Ver los siguientes enlaces relativos a los denominados puntos “neutros” de Internet (también indicados en el Aula Virtual)
 - ▣ Internet eXchange Point (IX o IXP)
 - http://en.wikipedia.org/wiki/Internet_exchange_point
 - <http://www.espanix.net/>

The logo for Cartagena99 features the text 'Cartagena99' in a stylized, bold font. The 'C' is large and blue, while the rest of the text is in a dark green color. The logo is set against a light blue and white background with a subtle wave pattern.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

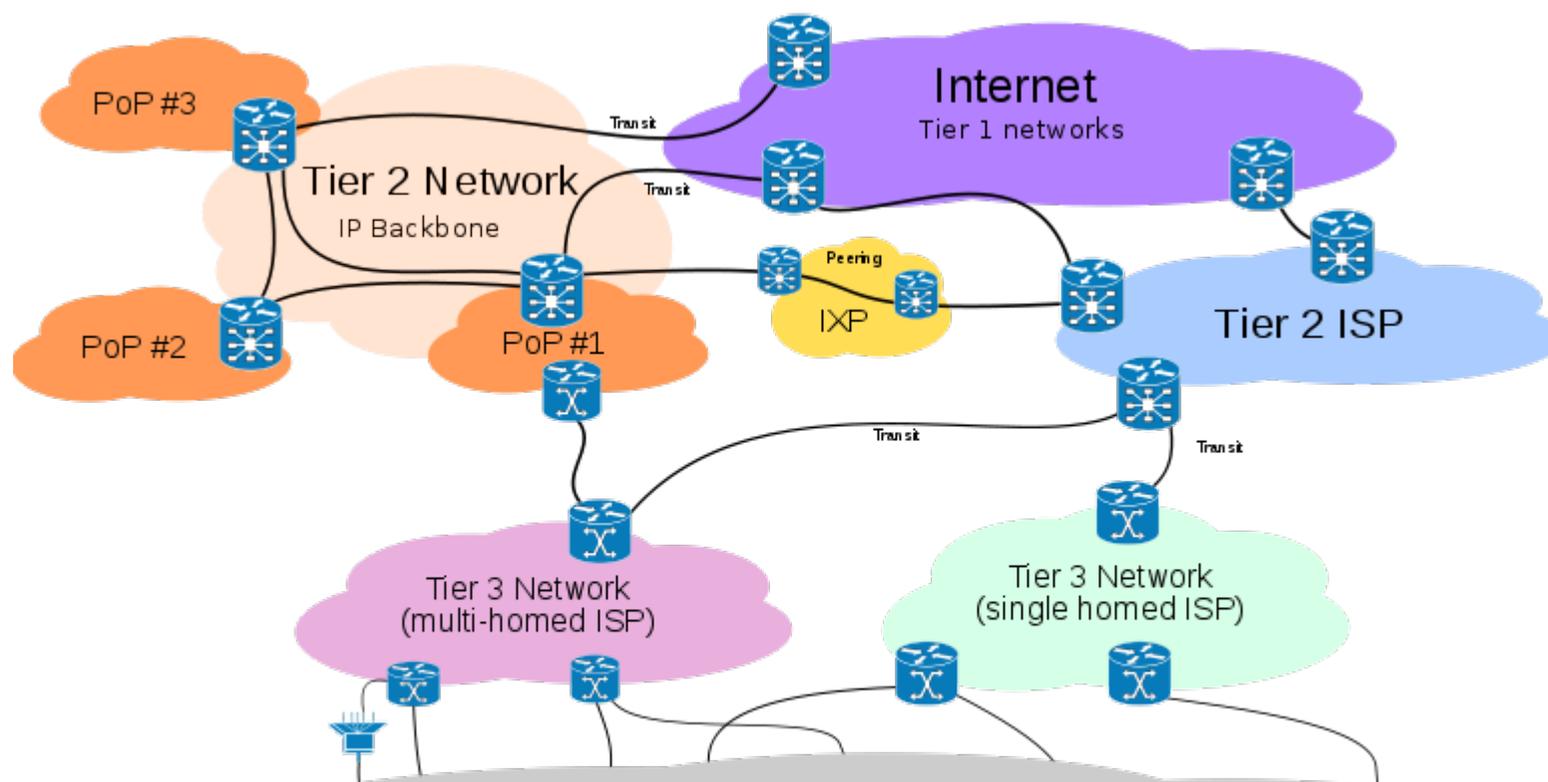
- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Estructura de Internet (red de redes)

26

□ Fuente: http://en.wikipedia.org/wiki/Internet_exchange_point



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70