

**TEMA: Capa de Acceso a red**

**CURSO: Redes y Comunicación de Datos I**

**Dr. Alex Coronado Navarro**



**Universidad  
Tecnológica  
del Perú**

# Normas y comportamientos dentro de la sesión

- ✓ Levantar o pedir la palabra para participar



- ✓ Activar micrófono para participar y desactivar luego de concluir con la participación (para sesiones virtuales)



- ✓ Respetar la opinión de sus compañeros

# ¿Qué tema tratamos la clase pasada?



Universidad  
Tecnológica  
del Perú

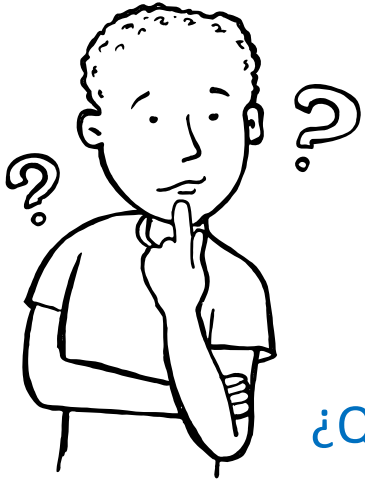
# Logro de aprendizaje

Al finalizar la sesión, el estudiante realizara un diseño Lógico, y conocerá el funcionamiento de la capa de red, a través de una simulación de una red.



# Saberes previos

¿Cuál es la función de la capa de red?



¿Qué es enrutamiento?



# Temario

1. Diseño Lógico
2. Capa de red
3. Paquetes IPv4
4. Paquetes IPv6
5. Introducción al enrutamiento
6. Simulación Practica



# 1. Diseño Logico



Universidad  
Tecnológica  
del Perú

## 2. Capa de red

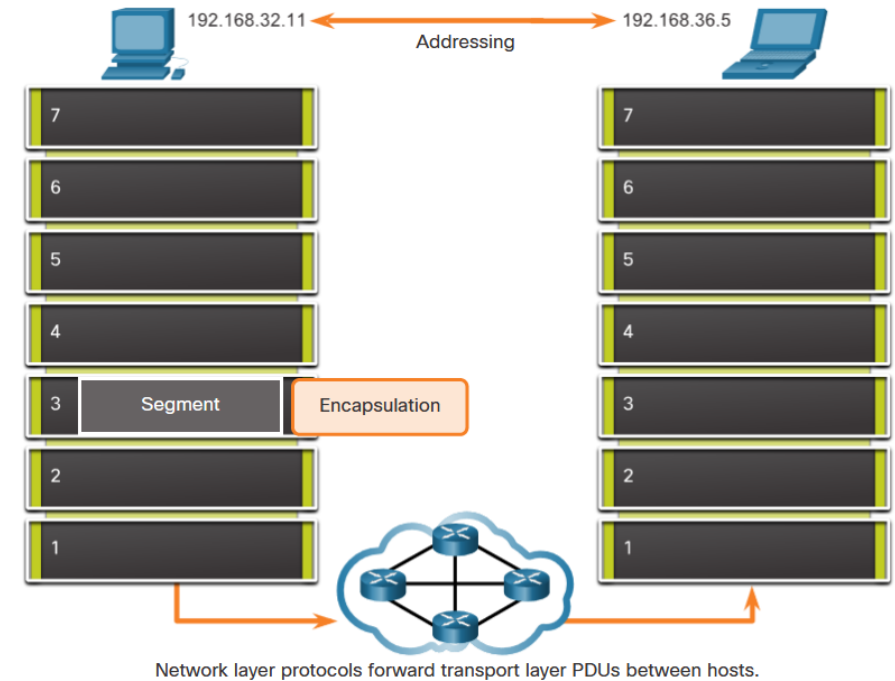
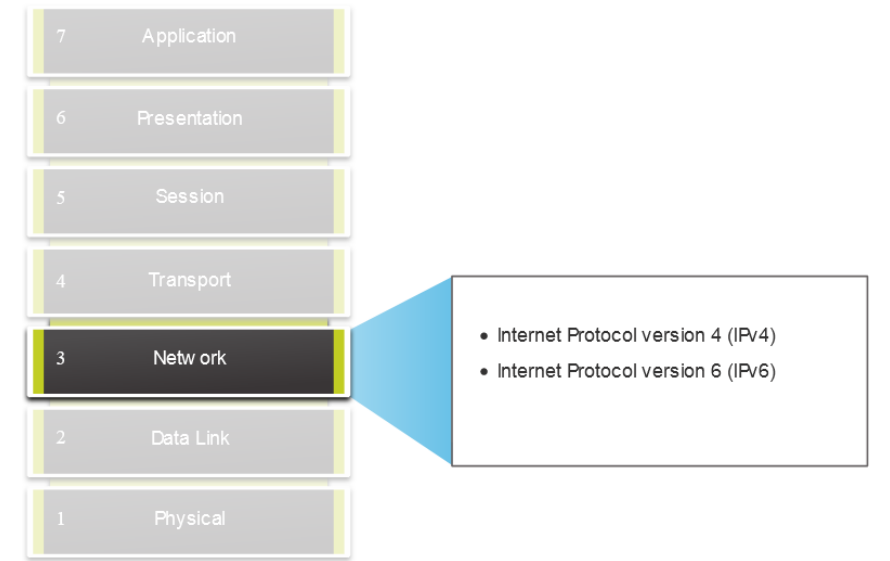


Universidad  
Tecnológica  
del Perú



## La Capa de Red

- Proporciona servicios para permitir que los dispositivos finales intercambien datos
- IP versión 4 (IPv4) e IP versión 6 (IPv6) son los principales protocolos de comunicación de la capa de red.
- La capa de red realiza cuatro operaciones básicas:
  - **Direccionamiento de terminales**
  - **Encapsulamiento**
  - **Routing (enrutamiento)**
  - **Desencapsulamiento**



# Características de la capa de red

## Encapsulación IP

- IP encapsula el segmento de la capa de transporte.
- IP puede utilizar un paquete IPv4 o IPv6 y no afectar al segmento de capa 4.
- El paquete IP será examinado por todos los dispositivos de capa 3 a medida que atraviese la red.
- **El direccionamiento IP no cambia de origen a destino.**

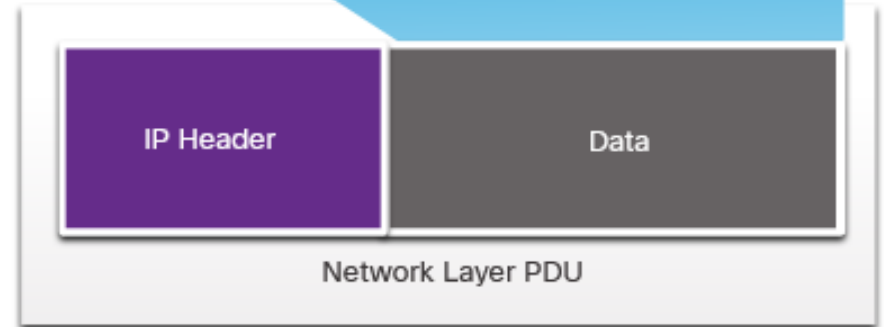
**Nota:** NAT cambiará el direccionamiento, pero se discutirá en un módulo posterior.

Transport Layer Encapsulation



Transport Layer PDU

Network Layer Encapsulation



Network Layer PDU

IP Packet

# Características de IP

IP está destinado a tener una sobrecarga baja y puede describirse como:

- Sin conexión (Connectionless)
- Servicio mínimo – mejor esfuerzo (Best effort)
- Independiente de los medios

# Características de la capa de red

## Sin conexión (Connectionless)

### IP Sin conexión (Connectionless)

- IP no establece ninguna conexión con el destino antes de enviar el paquete.
- No se necesita información de control (sincronizaciones, confirmaciones, etc.).
- El destino recibirá el paquete cuando llegue, pero no se envían notificaciones previas por IP.
- Si hay una necesidad de tráfico orientado a la conexión, otro protocolo manejará esto (normalmente TCP en la capa de transporte).



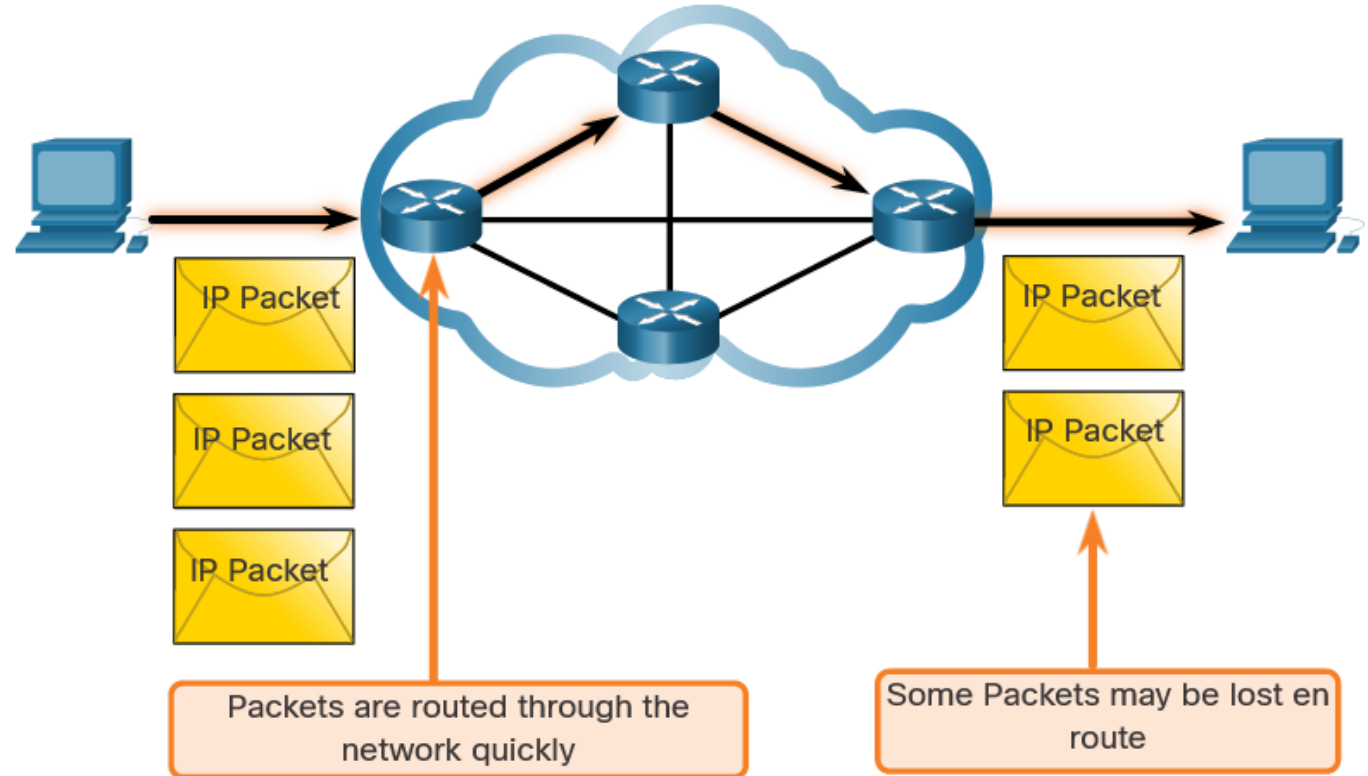
A letter is sent.

# Características de la Capa de Red

## Mejor esfuerzo (Best Effort)

### IP es de mejor esfuerzo

- IP no garantizará la entrega del paquete.
- IP ha reducido la sobrecarga ya que no existe ningún mecanismo para reenviar datos que no se reciben.
- IP no espera reconocimientos.
- IP no sabe si el otro dispositivo está operativo o si recibió el paquete.



# Características de la capa de red

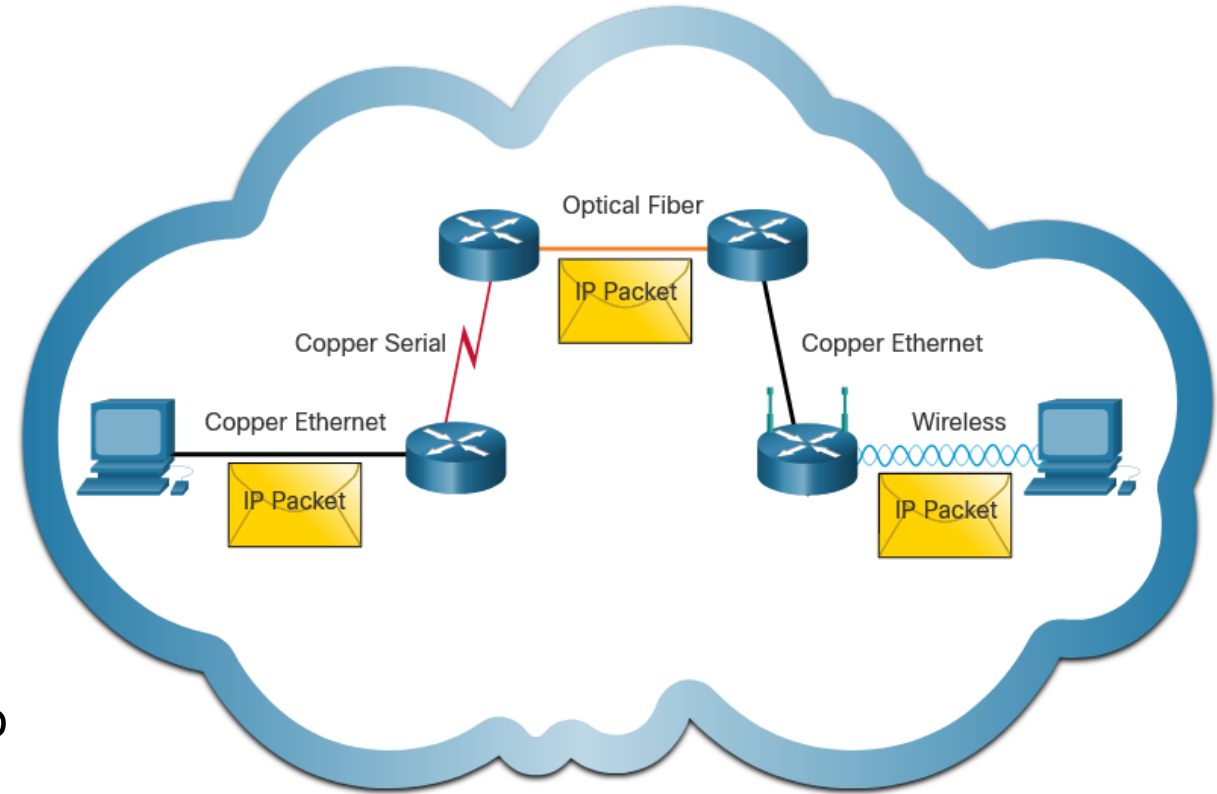
## Independencia de Medios

### IP es no confiable:

- No puede administrar ni corregir paquetes no entregados o corruptos.
- IP no puede retransmitir después de un error.
- IP no puede reordenar en secuencia los paquetes.
- **IP debe depender de otros protocolos para estas funciones.**

### IP es independiente de los medios:

- IP no se refiere al tipo de trama requerido en la capa de enlace de datos ni al tipo de medio en la capa física.
- IP se puede enviar a través de cualquier tipo de medio: cobre, fibra o inalámbrica.



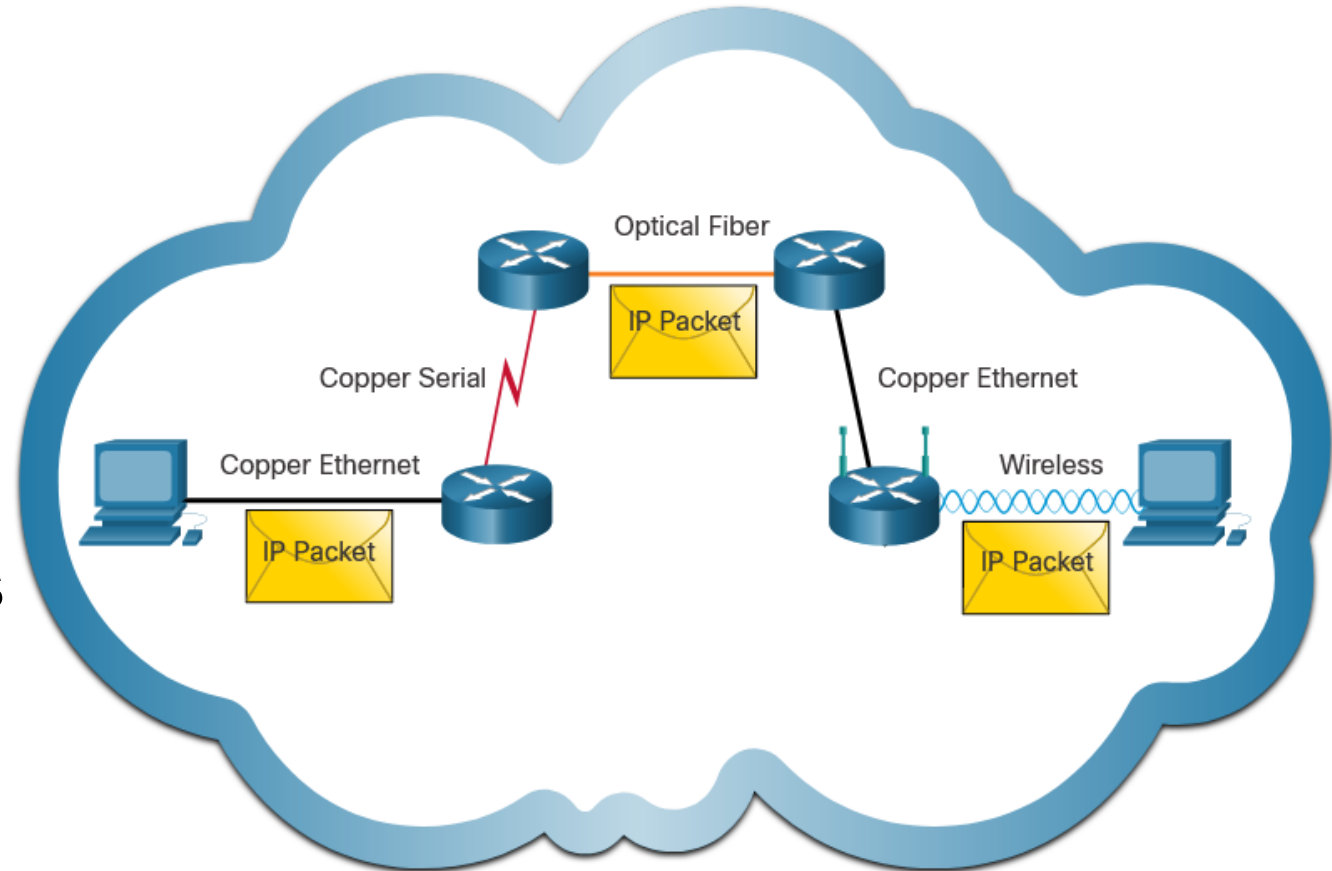
## Independencia de medios (cont.)

La capa de red establecerá la Unidad de Transmisión Máxima (MTU).

- La capa de red lo recibe de la información de control enviada por la capa de enlace de datos.
- A continuación, la red establece el tamaño de MTU.

La fragmentación es cuando la Capa 3 divide el paquete IPv4 en unidades más pequeñas.

- Fragmentar provoca latencia.
- IPv6 no fragmenta paquetes.
- Ejemplo: El router pasa de Ethernet a una WAN lenta con una MTU más pequeña.





# 3. Paquetes IPv4



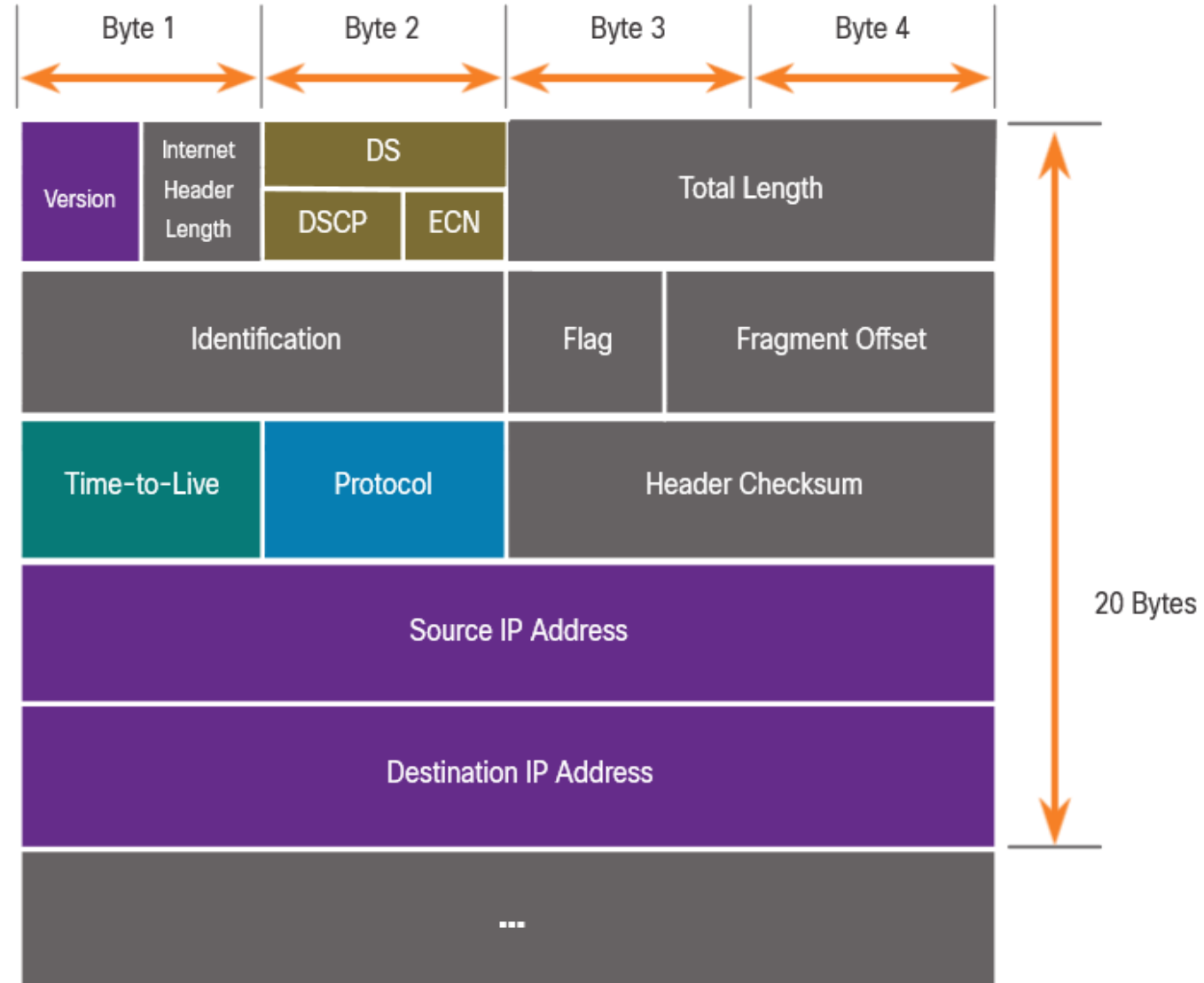
Universidad  
Tecnológica  
del Perú

## Campos de encabezado de paquete IPV4

Características del encabezado de red IPv4:

- Está en binario.
- Contiene varios campos de información
- Diagrama se lee de izquierda a derecha, 4 bytes por línea
- Los dos campos más importantes son el origen y el destino.

Los protocolos pueden tener una o más funciones.



## Campos de encabezado de paquete IPV4

Campos significativos en el encabezado IPv4:

Función	Descripción
<b>Versión</b>	Esto será para v4, a diferencia de v6, un campo de 4 bits = 0100
<b>Servicios diferenciados</b>	Utilizado para QoS: campo DiffServ — DS o el anterior IntServ — ToS o Tipo de servicio (determinar la <b>prioridad de cada paquete</b> ))
<b>Header Checksum</b>	<b>Detectar daños o corrupción</b> del el encabezado IPv4
<b>Tiempo de vida (TTL)</b>	Recuento de saltos de capa 3. Cuando se convierte en cero, el router descartará el paquete. ( <b>limita la vida útil</b> de un paquete, <b>evita</b> tráfico sin fin o <b>bucles capa 3</b> )
<b>Protocolo</b>	<b>Protocolo de capa superior</b> : ICMP, TCP, UDP, etc.
<b>Dirección IPv4 de origen</b>	Dirección de origen de 32 bits (asociado con una interfaz en el dispositivo emisor)
<b>Dirección IPV4 de destino</b>	Dirección de destino de 32 bits

# 4. Paquetes IPv6



Universidad  
Tecnológica  
del Perú

# Limitations of IPv4

IPv4 tiene tres limitaciones principales:

- **Agotamiento de la dirección IPv4:** nos hemos quedado sin direccionamiento IPv4.
- **Falta de conectividad de extremo a extremo:** para hacer que IPv4 sobreviva tanto tiempo, se crearon direcciones privadas y NAT. Esto terminó las comunicaciones directas con el direccionamiento público.
- **Mayor complejidad de la red:** NAT se pensó como una solución temporal y crea problemas en la red como un efecto secundario de la manipulación del direccionamiento de los encabezados de la red. NAT causa problemas de latencia y resolución de problemas

## IPv6 Overview

- IPv6 fue desarrollado por Internet Engineering Task Force (IETF).
- IPv6 supera las limitaciones de IPv4.
- Mejoras que proporciona IPv6:
  - **Incrementa el espacio de direcciones.** Basado en direccionamiento de 128 bits.
  - **Manejo mejorado de paquetes.** encabezado simplificado con menos campos. **Manejo eficiente de paquetes.**
  - **Elimina la necesidad de NAT.** Dado que existe una **gran cantidad de direcciones públicas**, no es necesario utilizar el direccionamiento privado internamente y asignarse a una dirección pública compartida

### IPv4 and IPv6 Address Space Comparison

Number Name	Scientific Notation	Number of Zeros
1 Thousand	$10^3$	1,000
1 Million	$10^6$	1,000,000
1 Billion	$10^9$	1,000,000,000
1 Trillion	$10^{12}$	1,000,000,000,000
1 Quadrillion	$10^{15}$	1,000,000,000,000,000
1 Quintillion	$10^{18}$	1,000,000,000,000,000,000
1 Sextillion	$10^{21}$	1,000,000,000,000,000,000,000
1 Septillion	$10^{24}$	1,000,000,000,000,000,000,000,000
1 Octillion	$10^{27}$	1,000,000,000,000,000,000,000,000,000
1 Nonillion	$10^{30}$	1,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000
1 Decillion	$10^{33}$	1,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000
1 Undecillion	$10^{36}$	1,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000

#### Legend

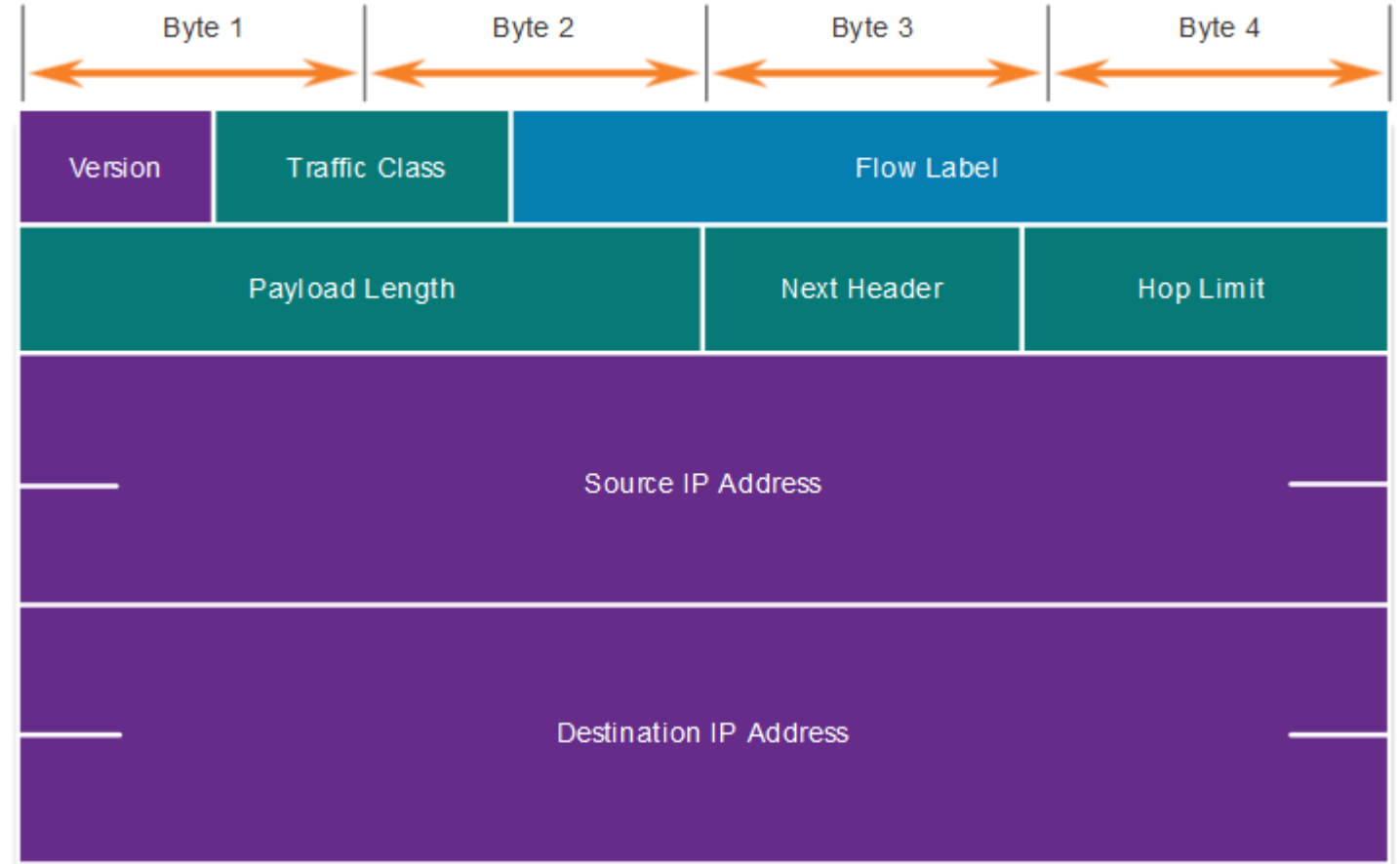


There are 4 billion IPv4 addresses

There are 340 undecillion IPv6 addresses

## IPv4 Packet Header Fields in the IPv6 Packet Header

- El encabezado IPv6 se simplifica, pero no es más pequeño.
- El encabezado se fija en 40 Bytes.
- Se eliminaron algunos campos de IPv4 para mejorar el rendimiento
  - Flag
  - Fragment Offset
  - Header Checksum





# IPv6 Packet Header

Campos significativos en el encabezado IPv6

Function	Description
Version	Esto será para v6 0110, un campo de 4 bits.
Traffic Class (Clase de tráfico)	Utilizado para QoS: Equivalente a DiffServ - campo DS
Flow Label (Etiqueta de flujo)	Informa al dispositivo para manejar etiquetas de flujo idénticas de la misma manera, campo de 20 bits. (Ejemplo informar a los dispositivos para mantener la misma ruta para la misma conversación de video)
Payload Length (Longitud de carga útil)	Este campo de 16 bits indica la longitud de la porción de datos o la carga útil del paquete IPv6
Next Header	Protocolo de la siguiente capa: ICMP, TCP, UDP, etc.
Hop Limit	Reemplaza el conteo de saltos de capa 3 del campo TTL
Source IPv6 Address	128 bit source address
Destination IPV6 Address	128 bit destination address

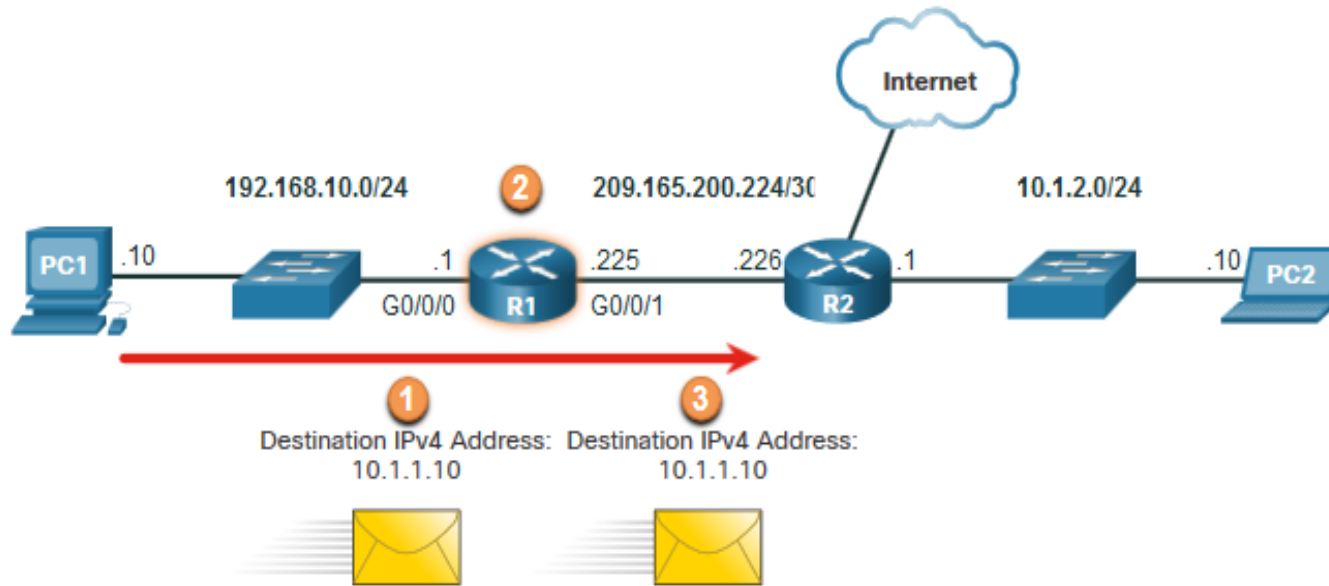
# 5. Introducción al enrutamiento



Universidad  
Tecnológica  
del Perú

# Decisión de reenvío de paquetes del enrutador

¿Qué sucede cuando el router recibe la trama del dispositivo host?



R1 Routing Table

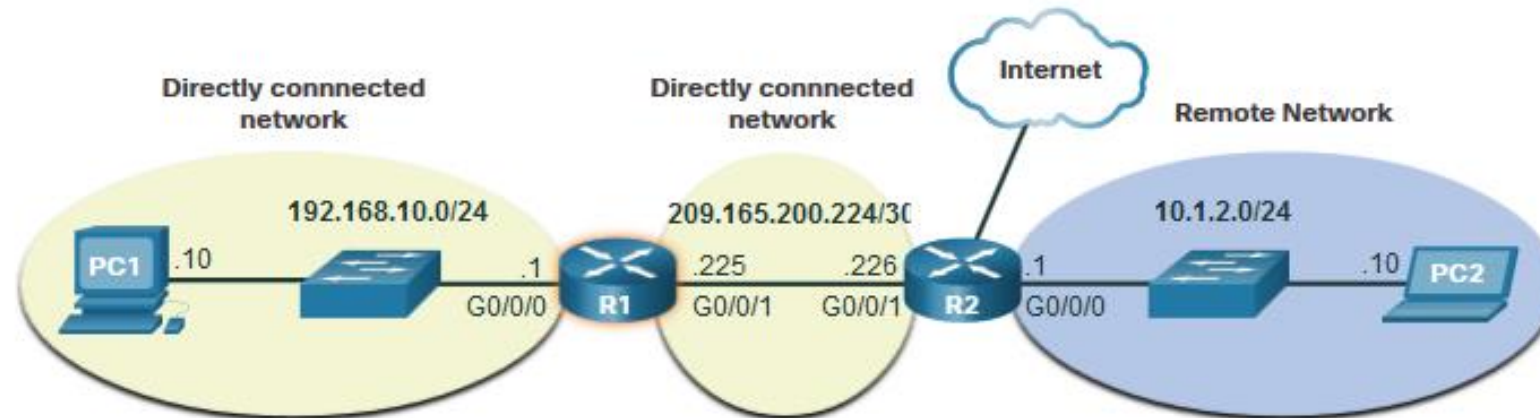
Route	Next Hop or Exit Interface
192.168.10.0 /24	G0/0/0
209.165.200.224/30	G0/0/1
<b>10.1.1.0/24</b>	<b>via R2</b>
Default Route 0.0.0.0/0	via R2

1. Packet arrives on the Gigabit Ethernet 0/0/0 interface of router R1. R1 de-encapsulates the Layer 2 Ethernet header and trailer.
2. Router R1 examines the destination IPv4 address of the packet and searches for the best match in its IPv4 routing table. The route entry indicates that this packet is to be forwarded to router R2.
3. Router R1 encapsulates the packet into a new Ethernet header and trailer, and forwards the packet to the next hop router R2.

# Tabla de enrutamiento IP del router

Hay tres tipos de rutas en la tabla de enrutamiento de un router:

- **Directly Connected.** El router agrega automáticamente estas rutas, siempre que la interfaz esté activa y tenga direccionamiento
- **Remote.** Estas son las rutas que el enrutador no tiene una conexión directa y se pueden aprender
  - Manualmente - con una ruta estática
  - Dinámicamente: mediante el uso de un protocolo de enrutamiento para que los enrutadores compartan su información entre ellos
- **Default Route.** Reenvía todo el tráfico a una dirección específica cuando no hay una coincidencia en la tabla de enrutamiento.

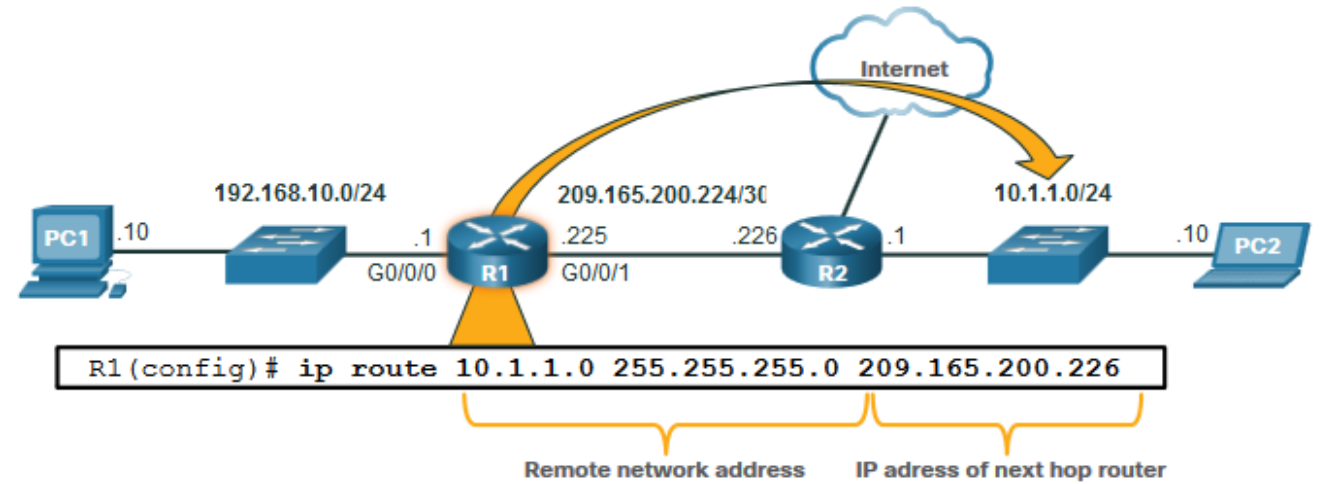


# Introduction to Routing

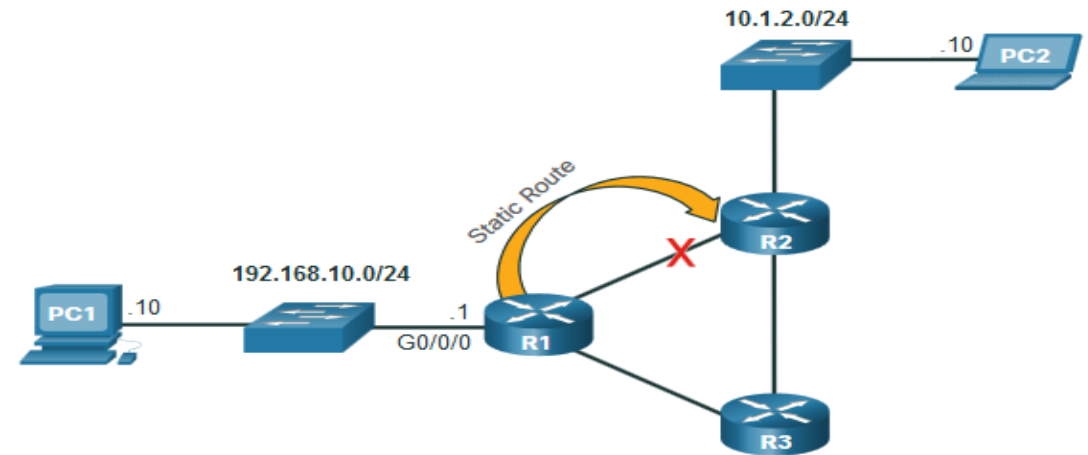
## Static Routing

Características de enrutamiento estática:

- Debe configurarse manualmente
- Debe ser ajustado manualmente por el administrador cuando hay un cambio en la topología
- Bueno para redes pequeñas no redundantes
- A menudo se usa junto con un protocolo de enrutamiento dinámico para configurar una ruta predeterminada



R1 is manually configured with a static route to reach the 10.1.1.0/24 network. If this path changes, R1 will require a new static route.



If the route from R1 via R2 is no longer available, a new static route via R3 would need to be configured. A static route does not automatically adjust for topology changes.

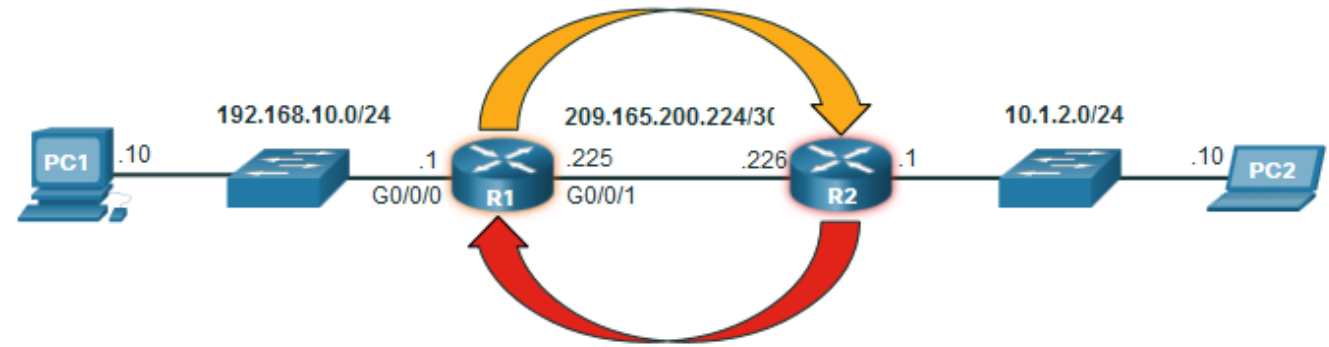
# Introduction to Routing

## Dynamic Routing

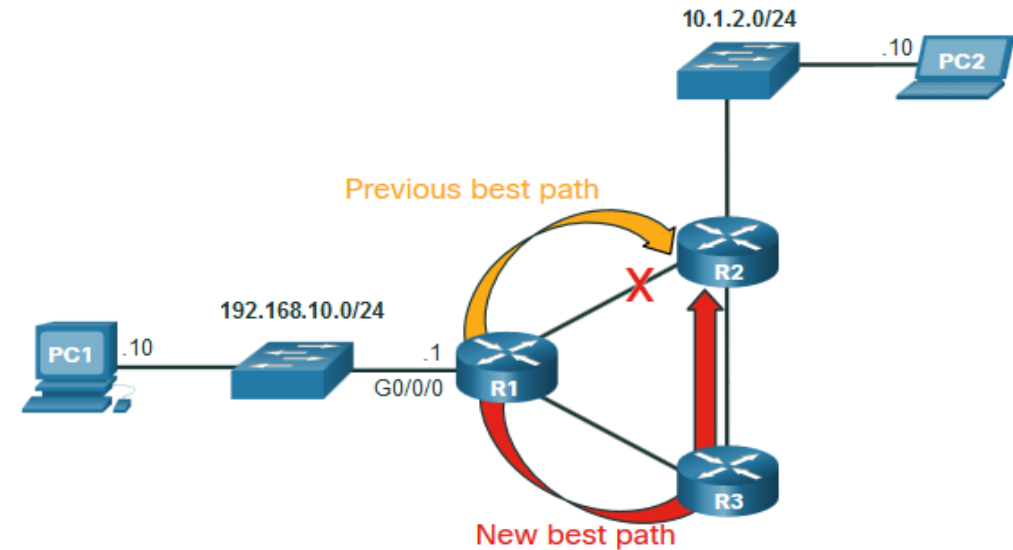
Rutas dinámicas :

- Descubre redes remotas
- Mantener información actualizada
- Elige el mejor camino hacia el destino
- Encuentra nuevas mejores rutas cuando hay un cambio de topología

El enrutamiento dinámico también puede compartir rutas predeterminadas estáticas con los otros routers.



- R1 is using the routing protocol OSPF to let R2 know about the 192.168.10.0/24 network.
- R2 is using the routing protocol OSPF to let R1 know about the 10.1.1.0/24 network.



R1, R2, and R3 are using the dynamic routing protocol OSPF. If there is a network topology change, they can automatically adjust to find a new best path.

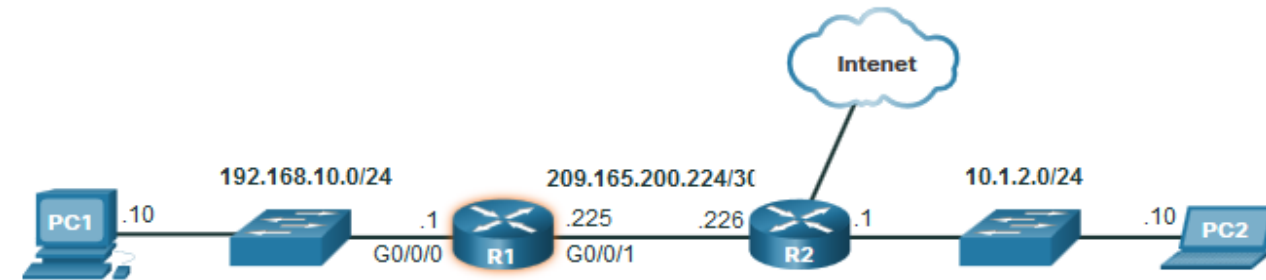
## Introducción a una tabla de enrutamiento IPv4

El comando **show ip route** muestra las siguientes orígenes de ruta:

- **L** - Directly connected local interface IP address
- **C** – Directly connected network
- **S** – Static route was manually configured by an administrator
- **O** – OSPF
- **D** – EIGRP

Este comando muestra tipos de rutas

- **Directly Connected** – C and L (se asocian a una interface directamente conectada)
- **Remote Routes** – O, D, etc. (se asocia a un next hop)
- **Default Routes** – S\*



```
R1# show ip route
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route, H - NHRP, l - LISP
       a - application route
       + - replicated route, % - next hop override, p - overrides from PfR

Gateway of last resort is 209.165.200.226 to network 0.0.0.0
S*    0.0.0.0/0 [1/0] via 209.165.200.226, GigabitEthernet0/0/1
      10.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
O      10.1.1.0 [110/2] via 209.165.200.226, 00:02:45, GigabitEthernet0/0/1
      192.168.10.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C      192.168.10.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0/0
L      192.168.10.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0/0
      209.165.200.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C      209.165.200.224/30 is directly connected, GigabitEthernet0/0/1
L      209.165.200.225/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0/1
R1#
```



# Introducción a una tabla de enrutamiento IPv4

Si se cuenta con **mas de una ruta** hacia el mismo destino con el mismo portocolo de enrutamiento, es la **métrica que define la mejor ruta**, y esta se instala en la tabla de enrutamiento.

Para determinar la interface de salida para un paquete, se basa en la **mejor coincidencia**:

Ejm: destinos:

- 172.17.10.5
- 172.17.14.8
- 172.17.8.20
- 172.17.6.15
- 172.17.12.10
- 8.8.8.8

**<output omitted>**

Gateway of last resort is 0.0.0.0 to network 0.0.0.0

10.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets

C 10.1.0.0 is directly connected, Serial0/0/0

172.17.0.0/24 is subnetted, 4 subnets

O 172.17.6.0 [110/2] via 192.168.3.4, 00:10:41, FastEthernet0/0

O 172.17.10.0 [110/2] via 192.168.5.2, 00:09:52, FastEthernet1/1

O 172.17.12.0 [110/2] via 192.168.4.2, 00:12:23, FastEthernet1/0

C 172.17.14.0 is directly connected, FastEthernet0/1

C 192.168.3.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0

C 192.168.4.0/24 is directly connected, FastEthernet1/0

C 192.168.5.0/24 is directly connected, FastEthernet1/1

S\* 0.0.0.0/0 is directly connected, Serial0/0/0

# 6. Simulación Practica



Universidad  
Tecnológica  
del Perú

# TAREA

Simulación de una Red Conmutada

Ingresar a la plataforma canvas y descargar:

✓ **05 PRACTICA LAB05 - Diseño Lógico y Configuración de Enrutamiento.docx**



# Conclusión

- **¿Qué aprendimos el día de hoy?**
- **¿Qué les gustaría que se mejore de nuestras sesiones de clase?**





**Universidad  
Tecnológica  
del Perú**