

Tema 4

Nivel de Transporte y Aplicación

Redes de Computadores

Curso 2017/2018

**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

Índice

4.1 Nivel de Transporte

4.2 Nivel de Aplicación

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

4.1 Nivel de transporte

Cartagena99

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

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

Niveles de Transporte y Aplicación

NIVELES SUPERIORES TCP/IP

NIVELES EXTREMO a EXTREMO

NO HAY NINGUNA ENTIDAD INTERMEDIA DE TRANSPORTE o APLICACIÓN EN NINGÚN ROUTER por el trayecto en INTERNET

Interacciones en el nivel de transporte y aplicación se basan en **COMUNICACIONES DIRECTAS ENTRE DOS PROCESOS PARES** sin intervención de ninguna entidad intermedia

NIVELES SUPERIORES

NIVELES SUPERIORES

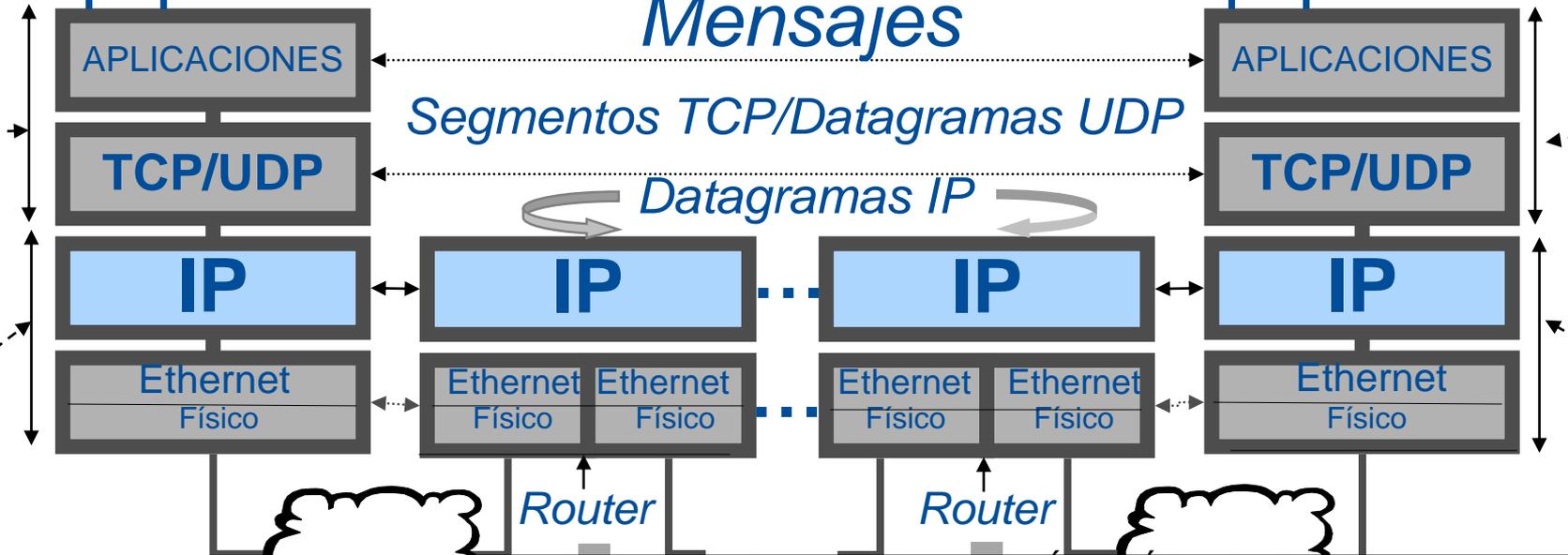
Equipo Final

Equipo Final

Mensajes

Segmentos TCP/Datagramas UDP

Datagramas IP



Cartagena99

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

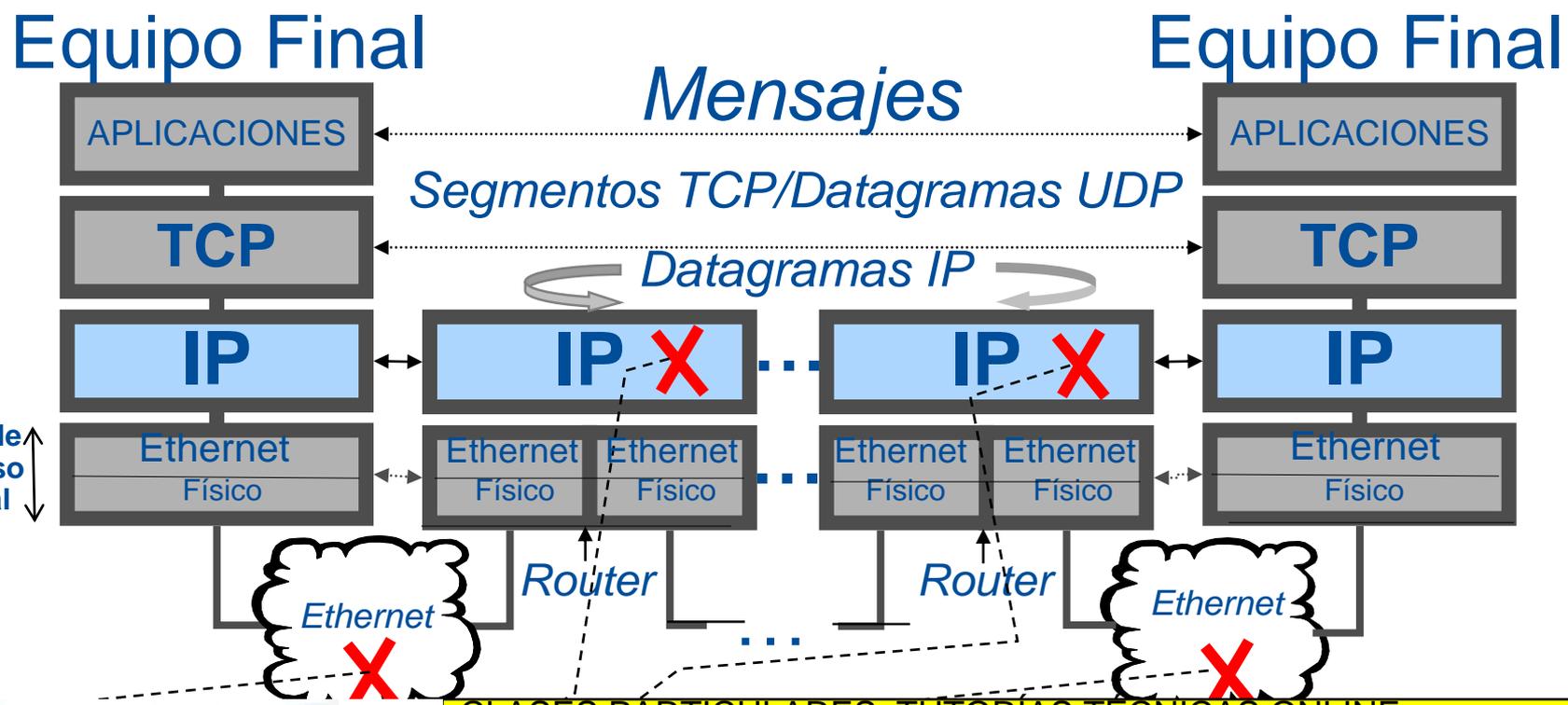
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

PROTOCOLO TCP (Transmission Control Protocol) RFC-793, STD 0007

Las unidades de datos del protocolo TCP se denominan segmentos TCP

Transporte fiable de los mensajes de aplicación encapsulados en segmentos TCP

Responsable de la recuperación de todos los segmentos perdidos en el nivel de enlace y red



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

FIABILIDAD TCP

2 Controles

■ CONTROL DE ERRORES

➤ Lógicos

➤ *Bytes (octetos) del campo DATOS de segmentos TCP perdidos, desordenados o duplicados*

➤ Físicos

✓ *Producidos localmente, en el nivel de red, en el campo DATOS del paquete IP y no detectados por el protocolo IP (sólo los detecta en la cabecera IP)*

■ CONTROL DE FLUJO

■ *Evita que una entidad o proceso TCP transmita más rápidamente de*

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

Control de Errores TCP

3 Mecanismos

Números de Secuencia, Confirmaciones y Temporizadores

- *TODOS LOS OCTETOS DE DATOS contenidos en el CAMPO DE DATOS de cada segmento TCP disponen de*
 - *UN NÚMERO DE SECUENCIA: Cada octeto tiene su propio n° de secuencia*
 - *Una CONFIRMACIÓN*
 - ✓ *Cuando se realiza una confirmación, se está confirmando la numeración de todos los octetos de datos contenidos en un determinado segmento TCP*
 - ✓ *El contenido de cada segmento de información tiene su propia CONFIRMACIÓN*
 - ✓ *Sólo se confirma el contenido de un segmento TCP y no al propio segmento que no va numerado*
- *Un TEMPORIZADOR o PLAZO DE ESPERA de la CONFIRMACIÓN*
 - *Cada vez que se envía un segmento TCP se activa el temporizador de dicho segmento*
 - ✓ *Si no llega la confirmación de los octetos de datos de dicho segmento TCP durante un*

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

Diseño Operacional TCP

- *Todo proceso o protocolo de aplicación montado sobre TCP se despreocupa de delimitar sus mensajes*
 - *El proceso de aplicación va pasando sus mensajes de aplicación ilimitados a TCP en forma de “chorro” o flujo de octetos (byte-stream) de una determinada longitud en función del tamaño máximo del buffer de transmisión indicado previamente por su entidad TCP*
 - *A medida que va recibiendo bytes del proceso de aplicación, la entidad TCP los va, ALMACENANDO (buffer de transmisión), NUMERANDO y, posteriormente, AGRUPANDO en segmentos TCP de datos para su envío a IP*
 - *Por esta razón, TCP no numera los segmentos de datos sino los*

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

3 MECANISMOS DE CONTROL DE ERRORES (Resumen)

- **Números de secuencia:** Todos los octetos del campo datos de un segmento de información disponen de un número de secuencia
 - Los números de secuencia permiten pasar al nivel de aplicación los octetos de datos (cabecera de aplicación + campo datos de usuario o carga útil) ordenadamente y detectar octetos duplicados
- **Confirmaciones:** Todos los octetos del campo datos de un segmento de información tienen asociados una confirmación
- **Temporizadores de espera de confirmación:** Todos los octetos del campo datos de un segmento de información disponen de un **PLAZO DE ESPERA** para la confirmación de dichos octetos

Cartagena99

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

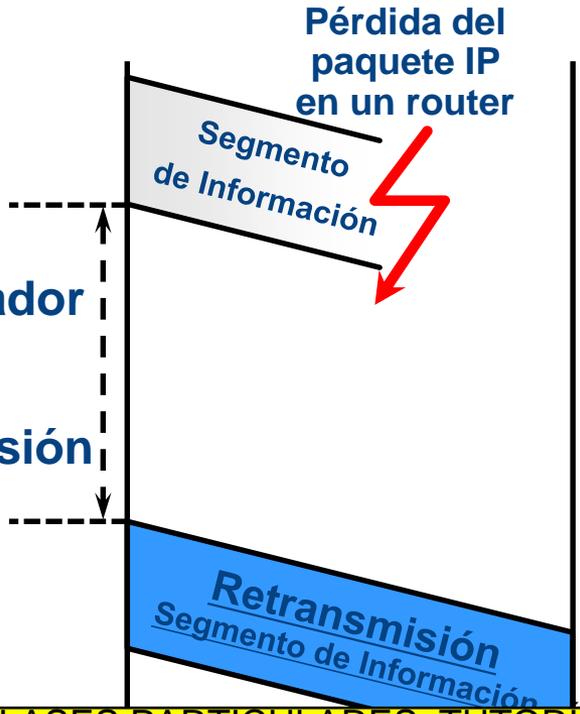
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

MECANISMOS DE CONTROL DE ERRORES

Ejemplo de cómo los **TEMPORIZADORES DE ESPERA DE CONFIRMACIÓN** permiten controlar las pérdidas de segmentos de información en un router

→ **Temporizadores:** Todos los octetos del campo datos de un segmento de información disponen de un plazo de espera para la confirmación de dichos octetos de datos y al vencimiento sin confirmación se produce una retransmisión

Temporizador de Retransmisión



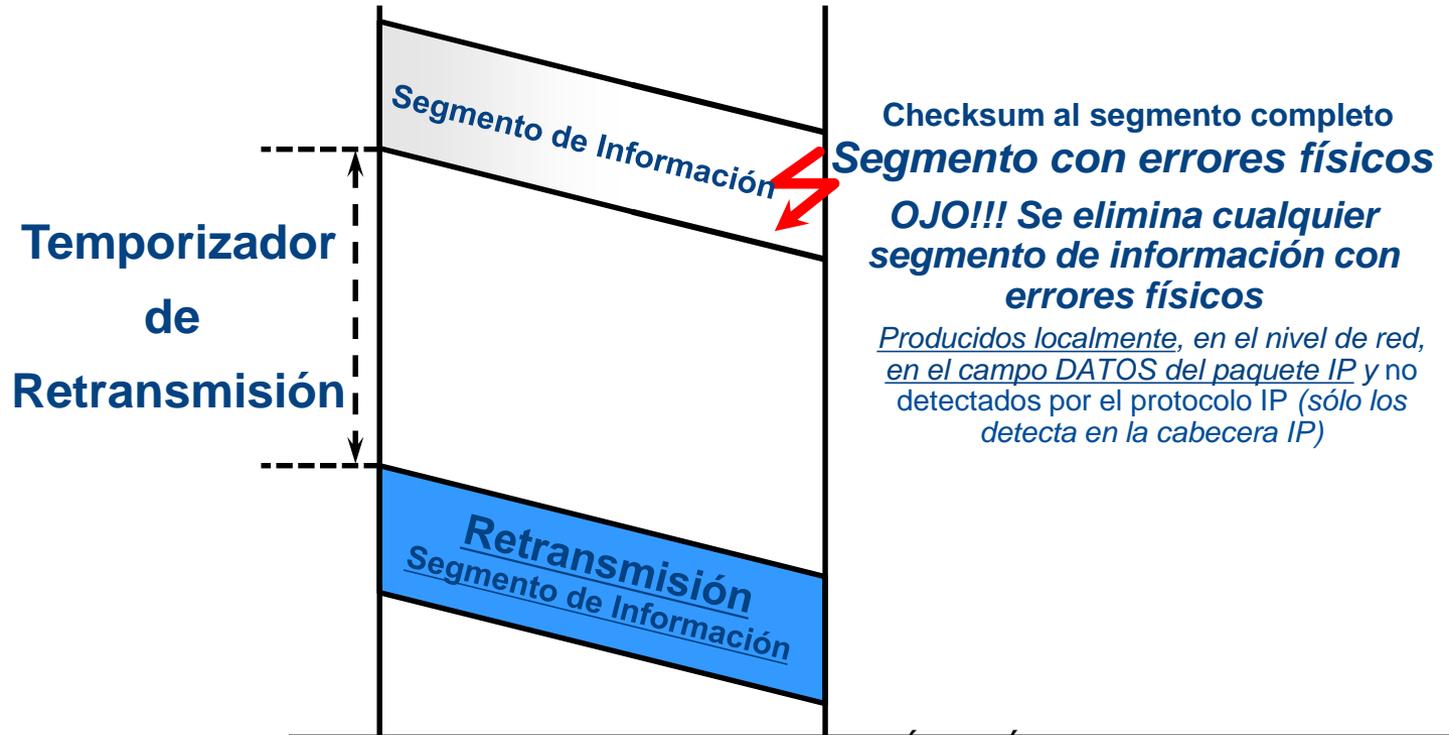
Cartagena99

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

MECANISMOS DE CONTROL DE ERRORES

Ejemplo de cómo los TEMPORIZADORES DE ESPERA DE CONFIRMACIÓN, también, permiten controlar las pérdidas de segmentos TCP de datos por errores de transmisión en el destinatario



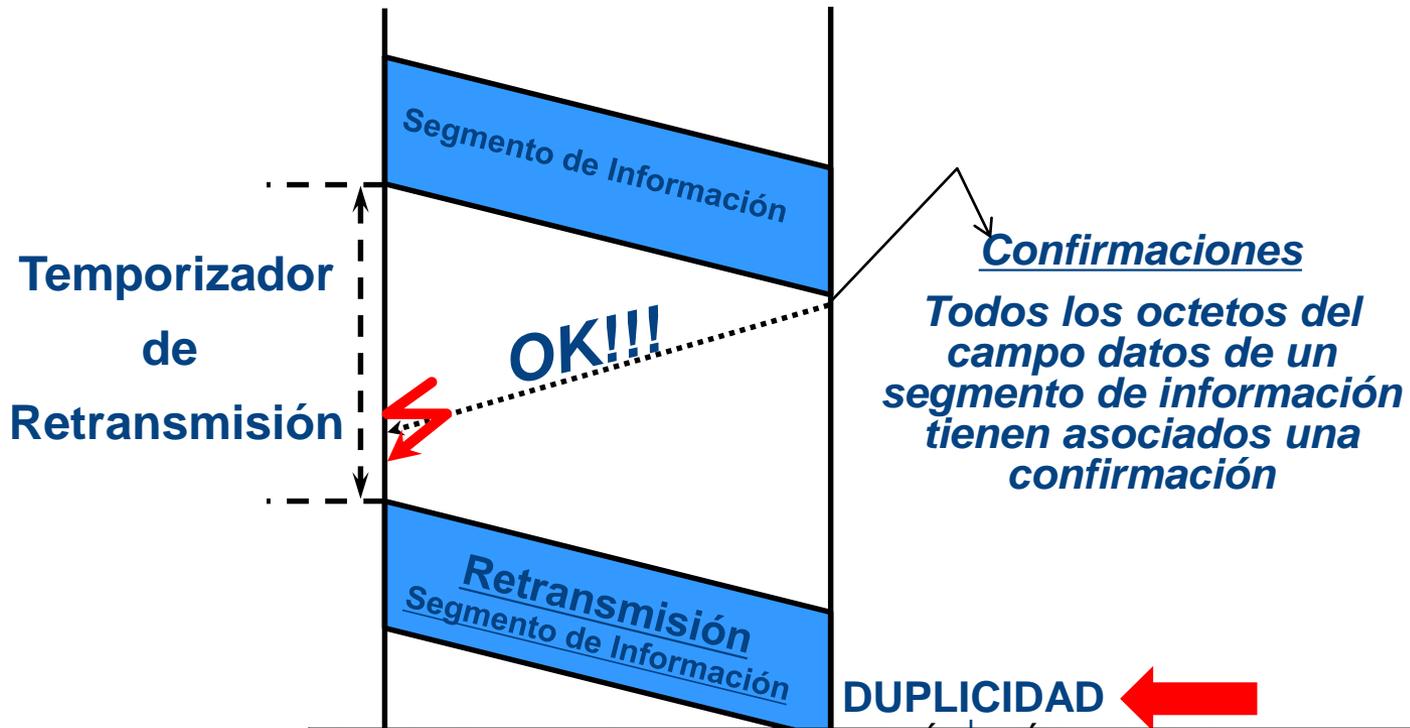
Cartagena99

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

MECANISMOS DE CONTROL DE ERRORES

Asimismo, los **TEMPORIZADORES DE ESPERA DE CONFIRMACIÓN**, también, permiten controlar las **PÉRDIDAS DE CONFIRMACIONES** por congestión en un router o por errores de transmisión de dichas confirmaciones, detectados en el destinatario



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

MECANISMOS DE CONTROL DE ERRORES

LOS NÚMEROS DE SECUENCIA, ADEMÁS, DE CONTROLAR OCTETOS DE DATOS PERDIDOS, DESORDENADOS Y DUPLICADOS; TAMBIÉN CONTROLAN OCTETOS DUPLICADOS cuando llegan las confirmaciones previas con errores físicos o, simplemente, no llegan



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

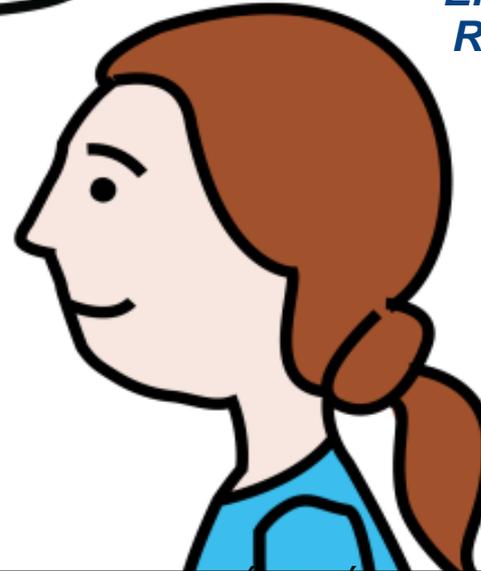
MECANISMO DE CONTROL DE FLUJO

ENTIDAD TCP EMISORA



BLA, BLA
BLA

ENTIDAD TCP RECEPTORA



Hablas muy deprisa, no te entiendo. Repite!!!

Cartagena99

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

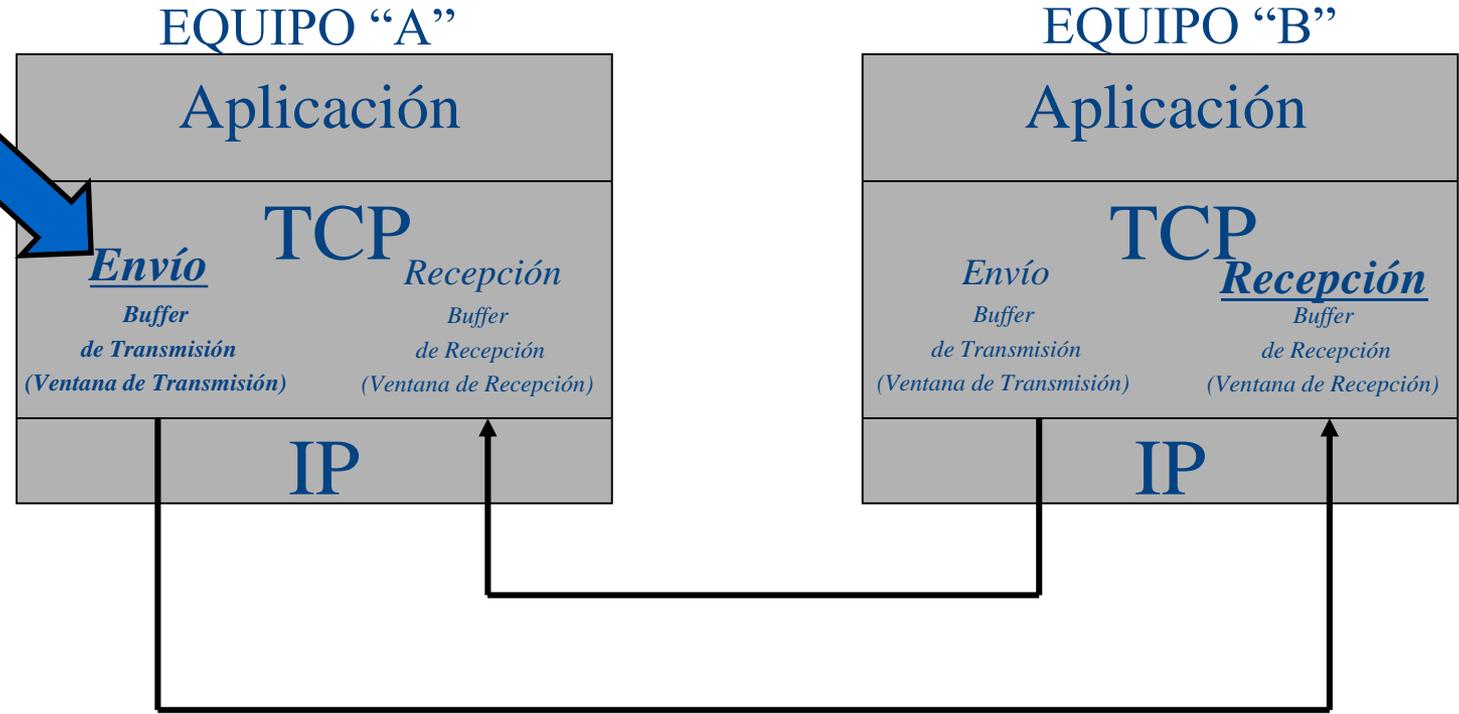
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

MECANISMO DE CONTROL DE FLUJO

CADA PROCESO o ENTIDAD TCP DISPONE DE 2 BUFFERS y 2 VENTANAS DESLIZANTES

Mecanismo de control de numeración de los octetos de datos del buffer de transmisión

Mecanismo de control de numeración de los octetos de datos del buffer de recepción



BUFFER DE TRANSMISIÓN Control de los números del buffer **VENTANA DESLIZANTE DE TRANSMISIÓN**
Lista de números de secuencia consecutivos de los octetos de datos

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

para acelerar el proceso de transmisión

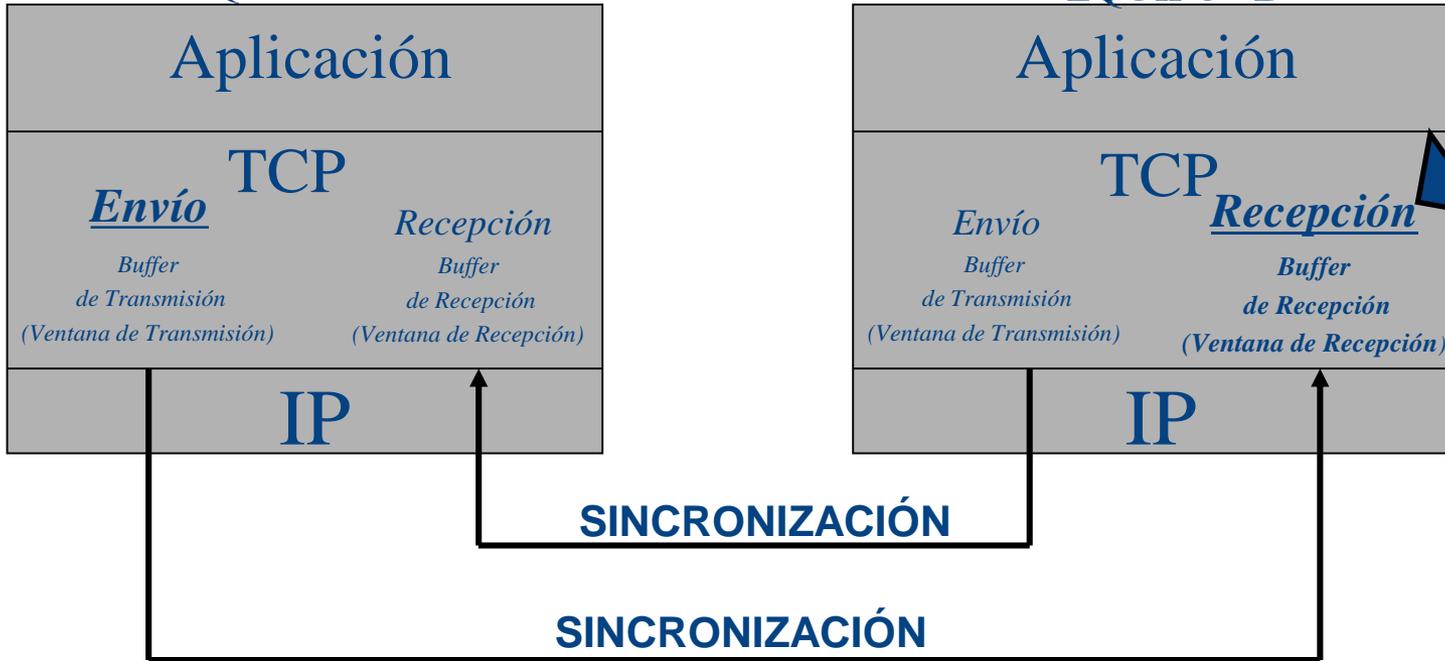
Cartagena99

MECANISMO DE CONTROL DE FLUJO

CADA PROCESO o ENTIDAD TCP DISPONE DE 2 BUFFERS y 2 VENTANAS DESLIZANTES

W_T (buffer de transmisión) y W_R (buffer de recepción)
EQUIPO "A" EQUIPO "B"

Mecanismo de control de numeración de los octetos de datos del buffer de recepción



Los octetos de datos procedentes de la entidad TCP emisora, y que espera recibir la entidad TCP receptora,

BUFFER DE RECEPCIÓN

Control de los números del buffer

VENTANA DESLIZANTE DE RECEPCIÓN

Lista de números de secuencia consecutivos de los OCTETOS DE DATOS QUE, EN UN MOMENTO DADO, EL RECEPTOR PUEDE ACEPTAR

Nº SEC = n Nº SEC = n+1 Nº SEC = n+2

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

del límite inferior, sin esperar a que se llene el buffer de recepción para acelerar el proceso de recepción

El Control de Flujo TCP

Características

- El Control de Flujo lo ejerce el proceso TCP receptor, a través de su W_R , sobre el proceso TCP emisor para evitar que éste desborde el buffer del receptor
- W_T en el lado emisor es **ESCLAVA** de W_R en el lado receptor
- W_T va variando puntualmente, en fase de transferencia de datos, en función de la W_R del otro extremo

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

Sincronización de W_R y W_T

- *Las implementaciones TCP pueden ser diferentes en cuanto a los algoritmos auxiliares empleados (p.ej., algoritmos de gestión de ventanas y temporizadores), dependiendo del sistema operativo y su distribución o versión*
- *W_R inicial = Tamaño máximo del buffer de recepción*
 - *Posteriormente, en fase de transferencia de datos, W_R va variando, puntualmente, en función de los octetos libres de su buffer de recepción*
 - *Límite Inferior de $W_R = \underline{\text{Primer n}^\circ \text{ de secuencia del primer octeto de datos esperado}}$*
 - *Límite Superior de $W_R = \underline{\text{Último n}^\circ \text{ de secuencia del último octeto de datos esperado}}$*
 - *$W_R = \text{Límite superior} - \text{Límite Inferior} + 1$*
 - *Cuando llegan octetos cuyos números de secuencia de octetos de datos que se esperan recibir, se ALMACENAN previamente en el buffer de recepción y si el primer n° de secuencia recibido coincide con el límite inferior de W_R*
 - ✓ *SE CONFIRMAN los octetos de datos recibidos*
 - ✓ *SE PASAN los octetos de datos recibidos al proceso de aplicación*

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

Sincronización de W_R y W_T

- W_T inicial = Tamaño máximo del buffer de transmisión
- W_T inicial = W_R inicial (tamaño máximo del buffer de recepción del otro extremo)
 - Límite Inferior de W_T = Primer n° de secuencia del primer octeto de datos enviado pendiente de confirmación
 - Límite Superior de W_T = Último n° de secuencia del último octeto de datos enviado pendiente de confirmación
 - W_T = Límite Superior – Límite Inferior + 1
 - W_T va variando en fase de transferencia de datos en función de la W_R del otro extremo
 - CONFIRMACIÓN (ACK) de la entidad TCP receptora: Primer n° de secuencia del primer octeto del campo de datos del siguiente segmento de información que se espera recibir, con lo cual los números de secuencia anteriores están todos confirmados
 - ✓ SIEMPRE INDICA EL LÍMITE INFERIOR DE W_T
 - El ACTUAL si ha habido SEGMENTOS PERDIDOS
 - La entidad TCP emisora NO REALIZA NINGUNA ACCIÓN
 - Uno NUEVO si NO ha habido segmentos perdidos
 - La entidad TCP emisora:

–**DESACTIVA el temporizador asociado a los octetos confirmados**

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

Ejemplo de Sincronización de W_R y W_T para un Correcto Control de Flujo

ESCENARIO INICIAL

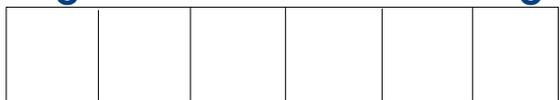
Se desea transmitir la palabra ALARMA y no se van a producir ERRORES

ENTIDAD TCP RECEPTORA

Conoce por configuración previa el tamaño de su buffer de recepción y cómo llenarlo (MSS o DATOS)

$W_R = 6$ (MSS o DATOS = 2)

LI=? BUFFER DE RECEPCIÓN LS=?



ENTIDAD TCP EMISORA

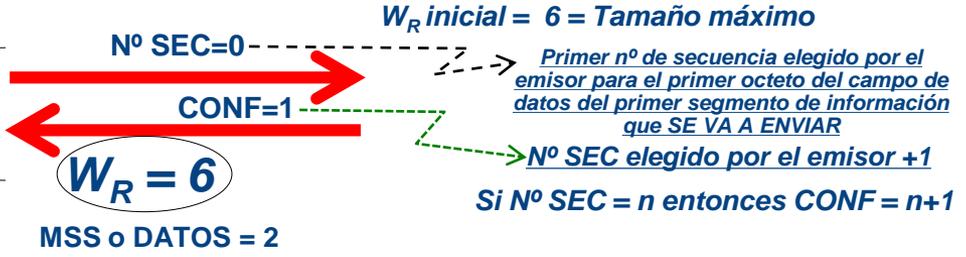
¿BUFFER DE TRANSMISION?

LI=? LS=?

$W_T = ?$



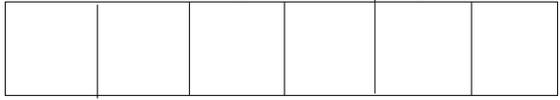
1 Intercambio inicial de información de control



ENTIDAD TCP EMISORA

LI=1 2 3 4 5 LS=6

$W_T = 6$



LA ENTIDAD TCP EMISORA SABE QUE PUEDE ENVIAR COMO MÁXIMO 6 bytes

ENTIDAD TCP RECEPTORA

$W_R = 6$ (MSS o DATOS = 2)

LI=1 2 3 4 5 LS=6

2

Cartagena99

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

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

octeto de datos esperado

TRANSMISIÓN DE SEGMENTOS TCP SIN ERRORES

--El proceso de Aplicación pasa un byte-stream de 4 octetos



- Cuando llegan octetos cuyos números de secuencia se esperan recibir, SE ALMACENAN previamente en el buffer de recepción y SI EL PRIMER NÚMERO DE SECUENCIA RECIBIDO COINCIDE CON EL LÍMITE INFERIOR DE W_R
 - SE CONFIRMAN los octetos de datos recibidos
 - SE PASAN los octetos de datos recibidos al proceso de aplicación (TCP va pasando octetos de datos, si son los esperados, y llegan correctamente y consecutivamente, a partir del límite inferior sin esperar a que se llene el buffer de recepción)
 - SE DESLIZA W_R (límites inferior y superior) en función del tamaño máximo (inicial) del buffer de recepción (W_R inicial)



- CONFIRMACIÓN (CONF o ACK) de la entidad TCP receptora: Primer n° de secuencia del primer octeto del campo de datos del siguiente segmento de información que se espera recibir, con lo cual los números de secuencia

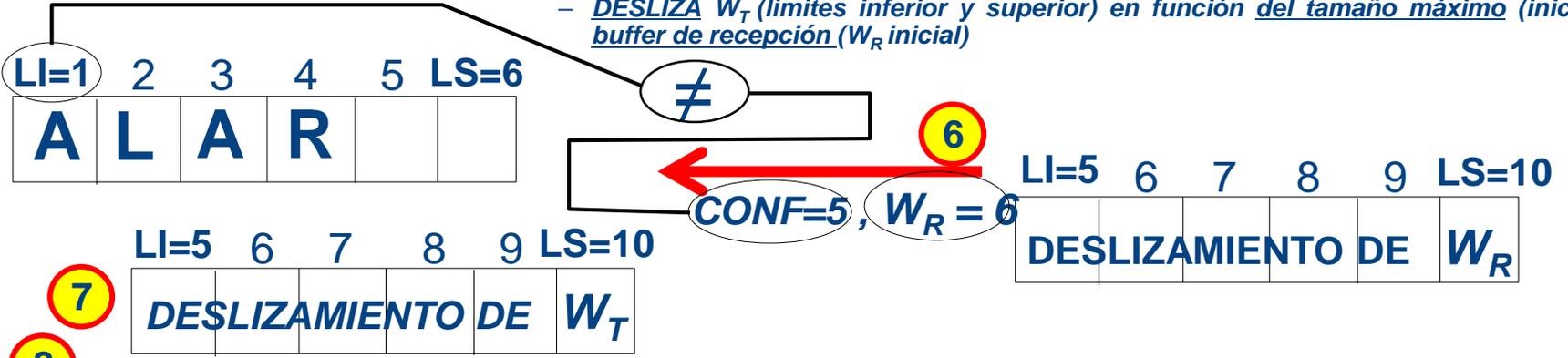
Cartagena99

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

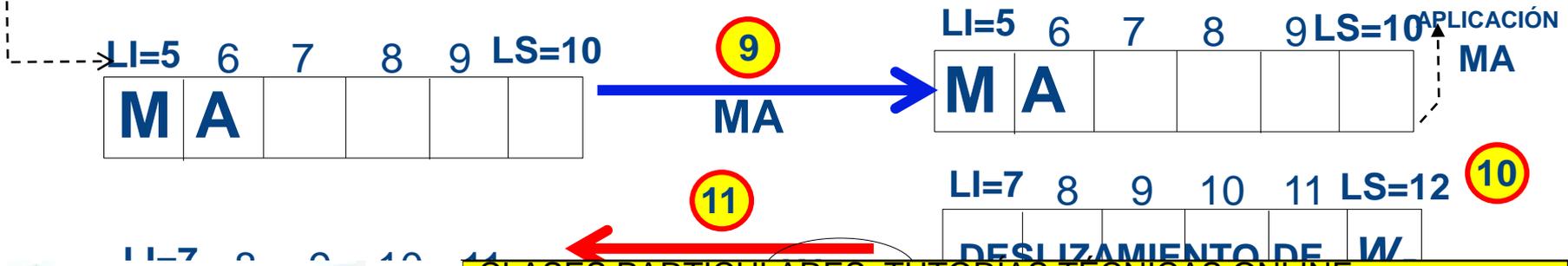
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

➤ LA CONFIRMACIÓN SIEMPRE INDICA EL LÍMITE INFERIOR DE W_T

- Si la CONFIRMACIÓN indica un LÍMITE INFERIOR DE W_T diferente al que tiene actualmente W_T es que no ha habido segmentos perdidos
 - La entidad TCP emisora:
 - DESACTIVA el temporizador asociado a los octetos confirmados
 - ELIMINA copia de los octetos confirmados en el buffer de transmisión
 - DESLIZA W_T (límites inferior y superior) en función del tamaño máximo (inicial) del buffer de recepción (W_R inicial)



8 -- El proceso de aplicación pasa un byte stream de 2 octetos ("MA") a TCP

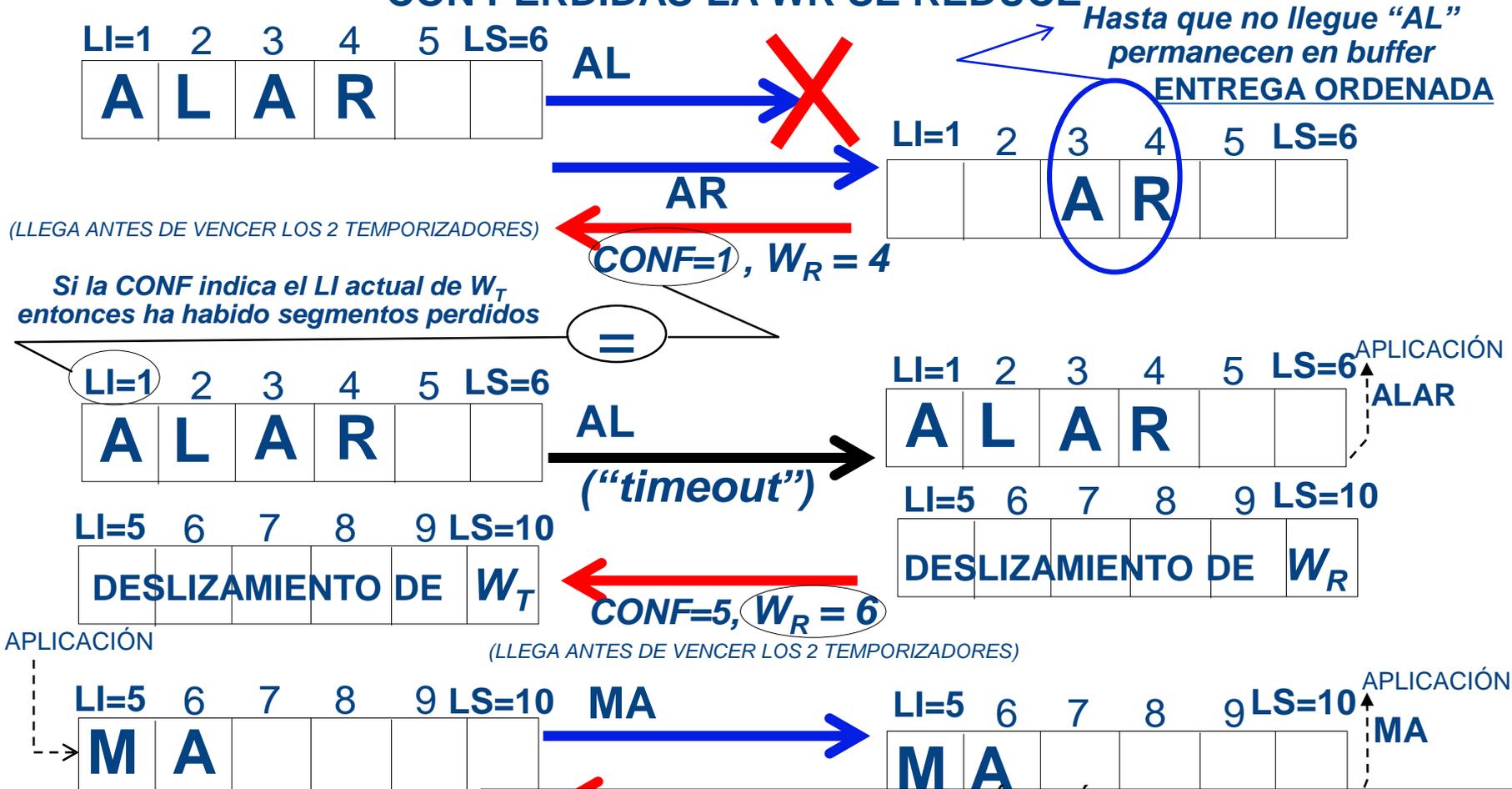


CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

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

TRANSMISIÓN DE SEGMENTOS TCP CON ERRORES

CON PÉRDIDAS LA WR SE REDUCE



Cartagena99

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

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

Protocolo TCP: 4 Servicios

1. FLUJO DE OCTETOS (BYTE-STREAM):

- *Entidad TCP emisora ALMACENA y NUMERA en el buffer de transmisión los octetos de datos (byte-stream) pasados por el proceso de aplicación*
- *Posteriormente, AGRUPA dichos octetos en SEGMENTOS TCP*

2. FIABLE

✓ CONTROL DE ERRORES:

- ✓ Lógicos de octetos de datos perdidos, desordenados y duplicados (detección: número de secuencia y corrección: temporizadores y retransmisión)
- ✓ Físicos de bits cambiados (detección: suma de comprobación y corrección: temporizadores y retransmisión)

- ✓ CONTROL DE FLUJO: *Mecanismo de ventana deslizante ejercido por el proceso TCP receptor sobre el proceso TCP emisor para evitar que éste desborde el buffer del receptor*

3. MULTIPLEXADO o simultáneo y diferenciado a través de los números de puerto

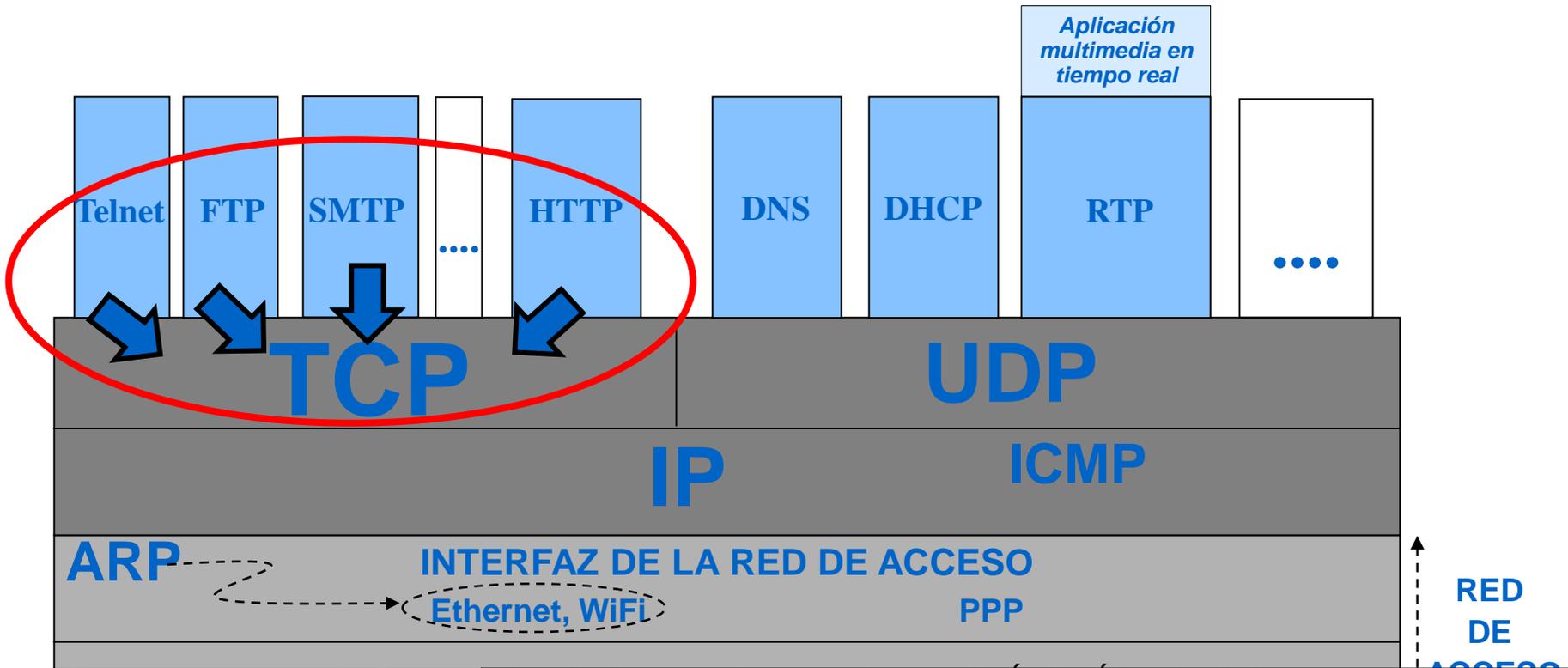
Cartagena99

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

Servicio Multiplexado TCP

SIMULTÁNEO y DIFERENCIADO a través de los números de puerto, aplicando mecanismos y recursos de fiabilidad por separado



Cartagena99

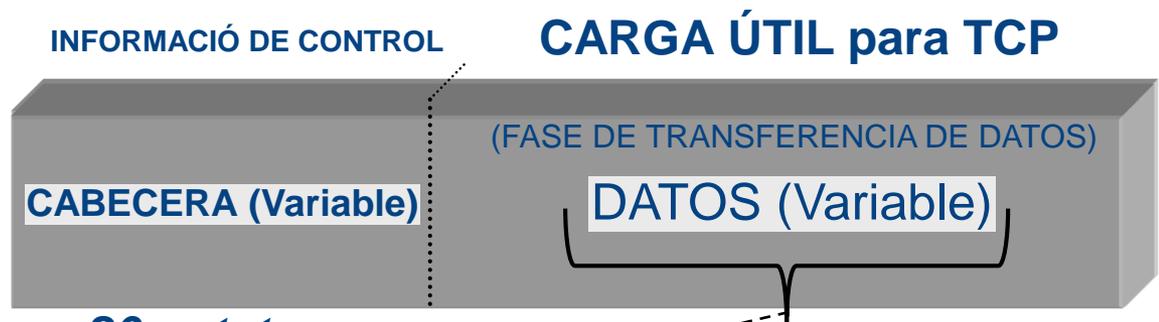
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

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

PROTOCOLO TCP (RFC-793)

Formato de un Segmento TCP

Engloba dos tipos de información: Cabecera + Datos



20 octetos
sin opciones

Hasta un máximo
conocido como MSS

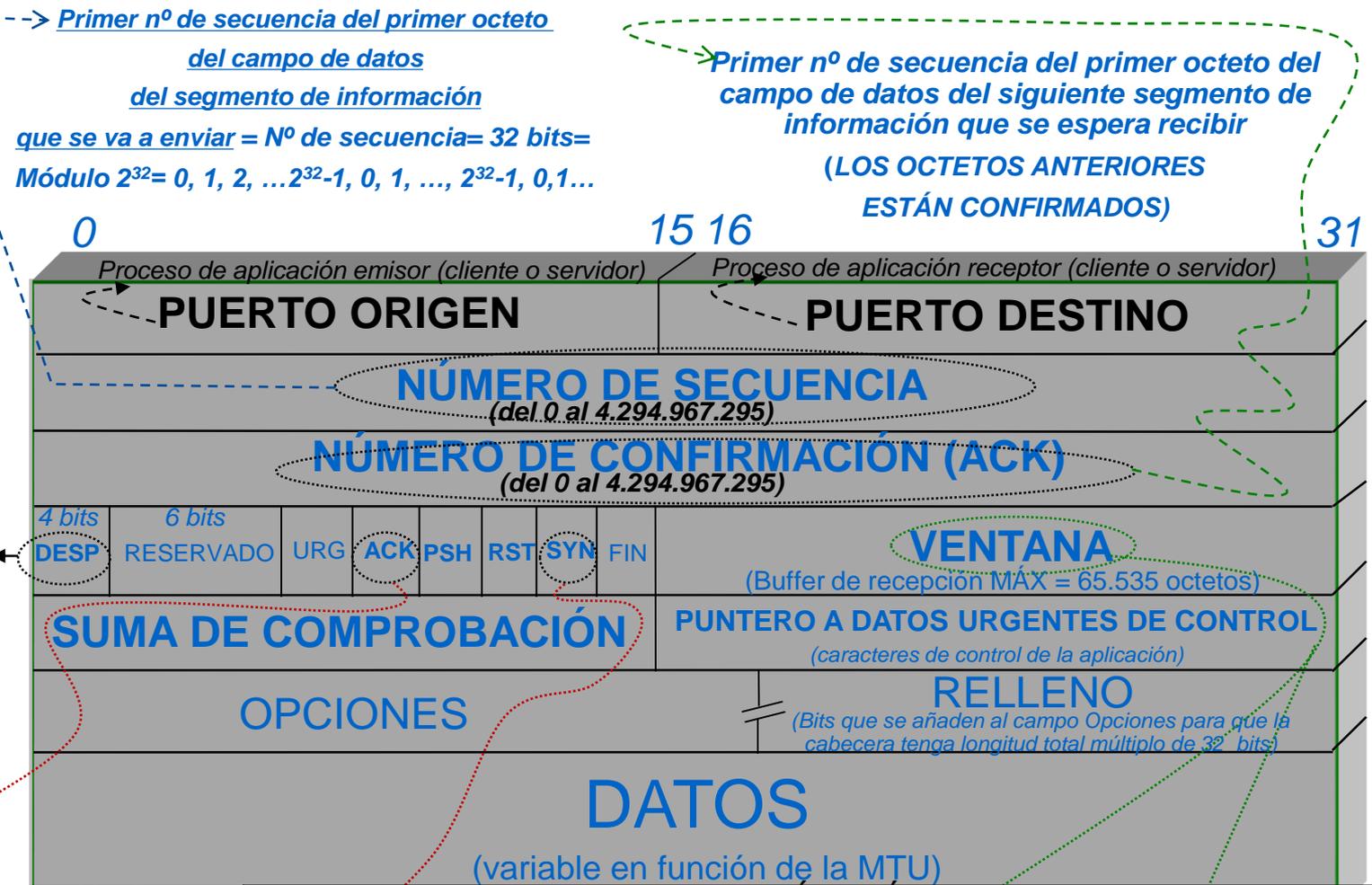
Maximum Segment Size (MSS) = Carga Útil =
= SDU del Nivel de Aplicación = 1024 octetos (MSS por omisión)

- **CREA UN un campo DATOS (MSS) en función:**
 - *Del MSS solicitado por el otro extremo (por omisión, 1024 octetos)*
 - *Del tamaño de la cabecera TCP (por omisión, 20 octetos)*

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

Cabecera TCP + DATOS



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

= 0 octetos (descanso), 1 octeto, 2 octetos hasta $2^{16}-1$ octetos (65.535 octetos)

Bit Push

- *El bit PSH se utiliza en TCP para forzar el envío de segmentos de datos cortos e independientes*
 - INTERACCIONES CLIENTE SERVIDOR manejando bloques reducidos de datos Y LO USAN TANTO EL CLIENTE COMO EL SERVIDOR
- *Lo activa la entidad TCP emisora cuando se lo indica en una llamada (byte-stream + push = 1) su proceso de aplicación*
- *Se activa cuando el proceso de aplicación desea evitar que su entidad TCP EMISORA esté esperando más octetos de datos de la aplicación para construir un segmento mayor en función del MSS esperado en el otro extremo*
- A su vez, la ENTIDAD TCP RECEPTORA debe pasar cuanto antes, y SIEMPRE DE FORMA ORDENADA Y CONSECUTIVA, A PARTIR DEL LÍMITE

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

Temporizadores de Espera de Confirmación

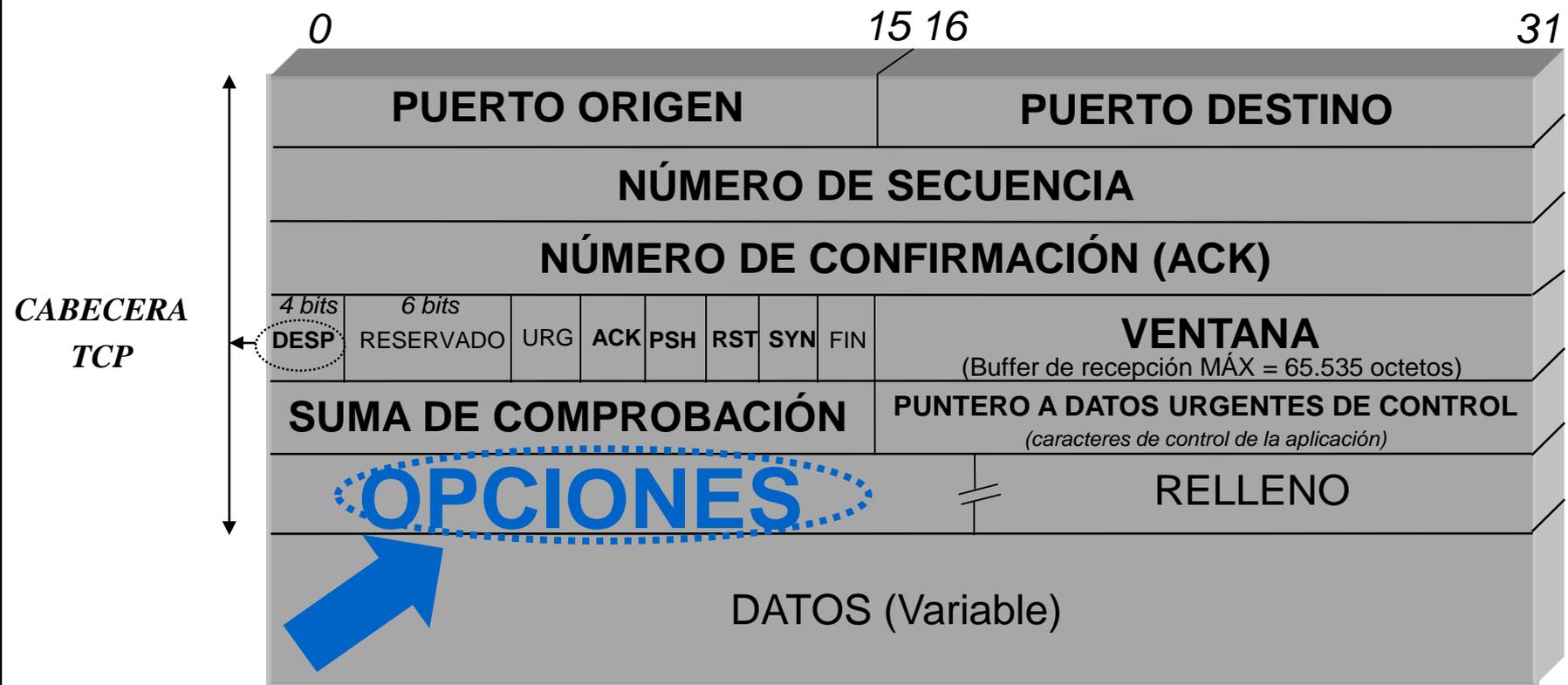
- No es lo mismo que el destino esté ubicado en la misma Ethernet o WiFi que disperso geográficamente por Internet
- *Para una mayor eficiencia de TCP, los valores de los temporizadores de espera de confirmación se establecen dinámicamente mediante ALGORITMOS AUTOADAPTATIVOS que ajustan sus valores a la dispersión geográfica y al estado de la red, según es percibido éste por la entidad de transporte emisora*
- La mayoría de las implementaciones se basan en el Algoritmo autoadaptativo de Karn para el cálculo del *RTT (Round Trip Time)*
 - *Se toma una muestra RTT de cada segmento de información transmitido y su correspondiente confirmación*
 - *Se obtiene un promedio de dichas muestras*

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

Opciones TCP



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

Formato de las Opciones TCP

Campo de Información de Control de Longitud Variable para Servicios Adicionales

RFC-793 y RFC-1323

Formato TLV: Tipo-Longitud-Valor o Datos



Longitud completa
de la opción en octetos
(TIPO + LONGITUD + DATOS)



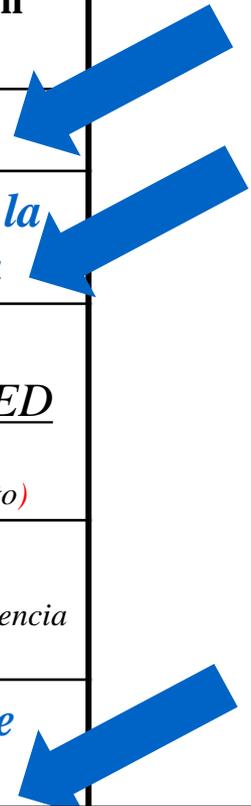
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

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

Opciones TCP más Relevantes

Descripción

TIPO	LONGITUD (octetos)	DATOS	Descripción
2	4	Valor MSS	<i>MSS</i>
3	3	Tamaño de la Ventana	<i>Escala de la Ventana</i>
4	2	DATOS = 0	<u>SACK PERMITTED</u> (Fase de establecimiento)
5	Variable	$x_1 - y_1 \quad \dots \quad x_n - y_n$	<u>SACK</u> (Fase de transferencia de datos)
8	10	Valor actual reloj emisor (4 octetos) + Respuesta Eco (4 octetos)	<i>Marca de Tiempo</i>



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

CAMPO DE OPCIONES DE INFORMACIÓN DE CONTROL (LONGITUD VARIABLE DE HASTA 40 OCTETOS)

- Según la implementación TCP que disponga el sistema operativo, habrá más o menos opciones
- **SE ESPECIFICAN EN LA FASE DE ESTABLECIMIENTO DE LA CONEXIÓN (sólo en aquellos segmentos de control con el bit SYN = 1)**
- **Tamaño Máximo de Segmento (MSS):** *Nº máximo de octetos de la carga útil (campo de datos) que el emisor de esta información desea recibir para un procesado más óptimo de dicha carga*
 - **Por omisión: 1024 octetos** (otros: 1460, 1360, ... en función del nº máx de opciones TCP/IP)
 - No confundir MSS con el tamaño del buffer de recepción
- **Factor de Escala de la Ventana (RFC-1323):**
 - **Permite ampliar el campo VENTANA de 16 bits ($2^{16} = 65.536$ octetos) hasta un máximo de 30 bits ($2^{30} = 1$ Gbyte)**
 - Por omisión, el tamaño máximo de la ventana de recepción es de $2^{16}-1$ octetos (65.535 octetos)
- **Marca o sello de tiempo (timestamp):**

Tipo = 8	Longitud = 10	Valor actual del reloj emisor	Eco del valor actual del reloj emisor
----------	---------------	-------------------------------	---------------------------------------

- **Permite al emisor configurar, CON MÁS EXACTITUD, sus TEMPORIZADORES DE ESPERA DE CONFIRMACION**
- **El emisor pone el valor de su reloj**
- **El receptor pone el valor de su reloj y devuelve el mismo valor (eco) en el ACK del segmento**



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

TCP ofrece un SERVICIO FIABLE a los Procesos del Nivel de Aplicación

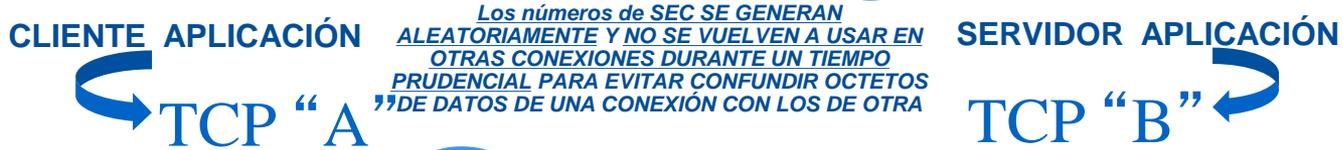
- Un **SERVICIO FIABLE** significa un SERVICIO ORIENTADO A CONEXIÓN, el cual dispone de **TRES FASES**
 1. ESTABLECIMIENTO DE LA CONEXIÓN
 2. TRASFERENCIA DE DATOS
 3. LIBERACIÓN DE LA CONEXIÓN

Cartagena99

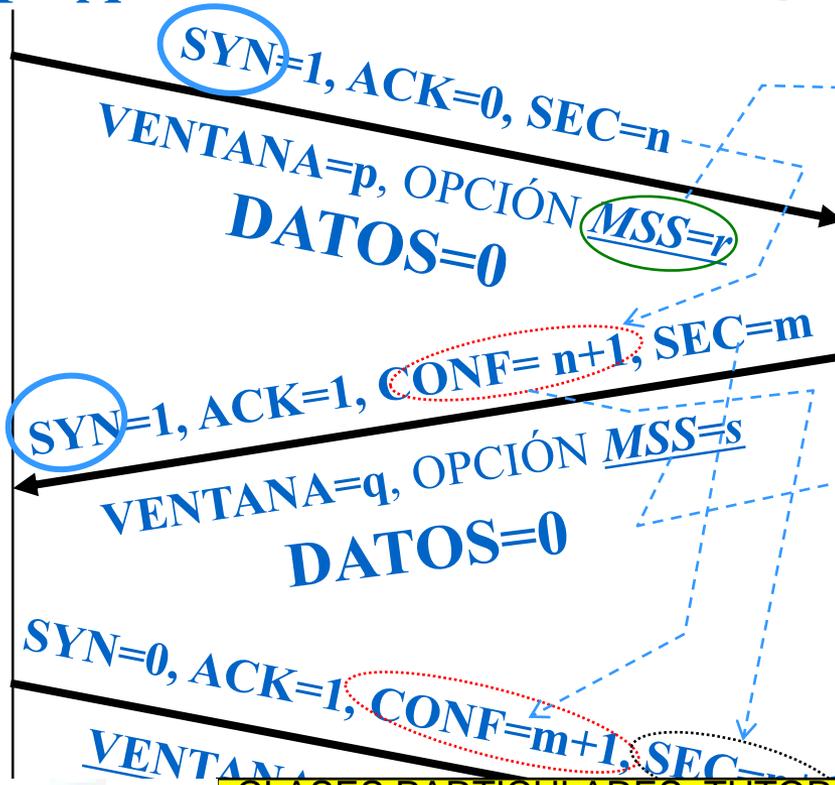
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

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

Fase de Establecimiento de una Conexión TCP Intercambio de 3 segmentos SIN DATOS



Con SYN = 1, se indican los números de secuencia, las W_R y las opciones deseadas (p.ej., MSS)



→ Tamaño máximo del campo DATOS que desea recibir la entidad "A" de "B" en FASE DE TRANSFERENCIA DE DATOS

Las confirmaciones de SEC en segmentos SYN consumen un nº de secuencia

CONF = último nºSEC recibido + 1

→ Tamaño máximo del campo DATOS que desea recibir la entidad "B" de "A" en FASE DE TRANSFERENCIA DE DATOS

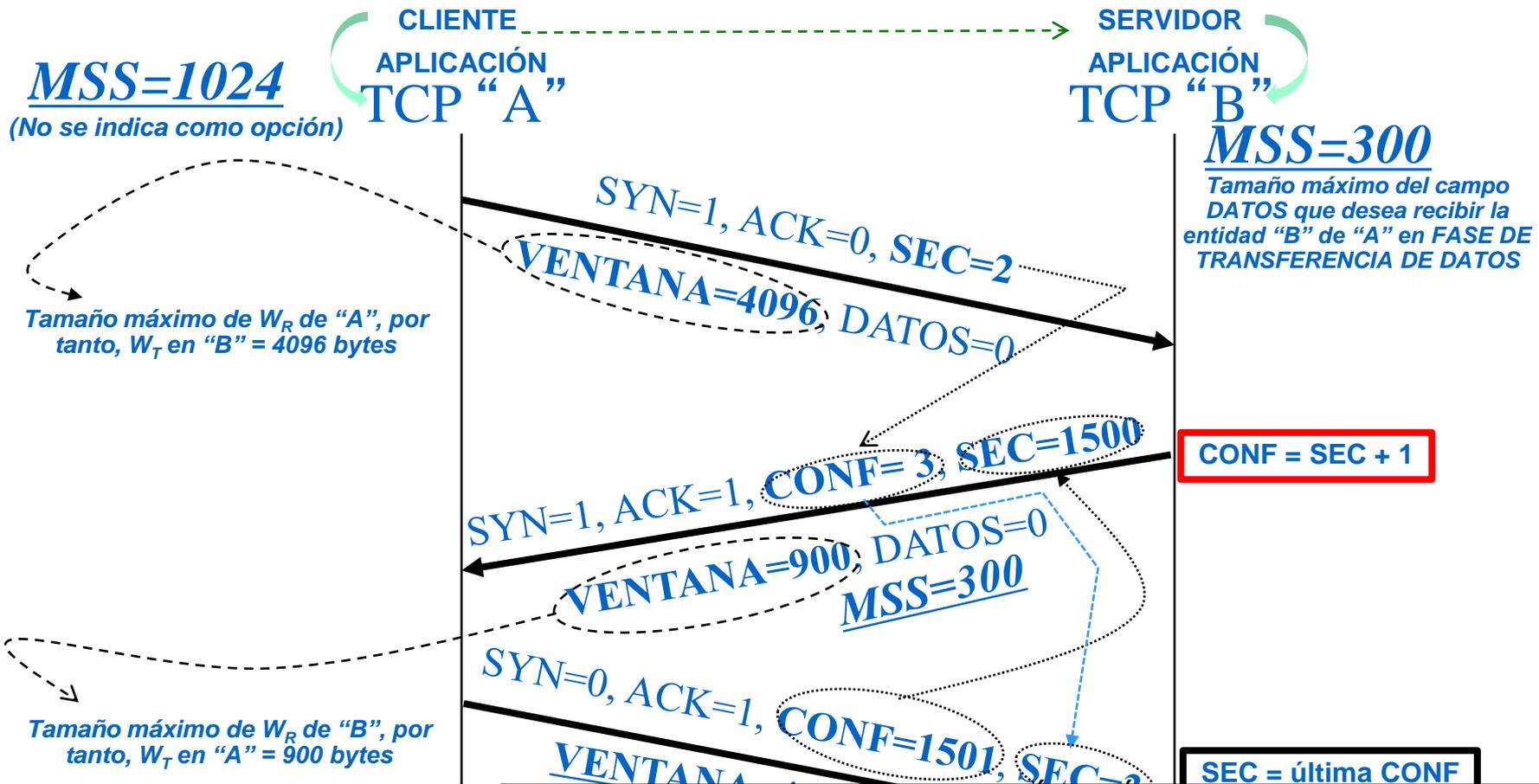
Cartagena99

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

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

previamente la opción "escalado de ventana")

EJEMPLO de Fase de Establecimiento de una Conexión TCP Intercambio de 3 segmentos con la Opción MSS en un extremo ("B")



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

Características de WR y MSS

- WR (buffer de recepción) local se va llenando en función del MSS local indicado previamente al otro extremo
- La WR MÁXIMA INICIAL, al principio, se indica mediante el bit SYN = 1
- La WR MÁXIMA INICIAL de hasta 65.535 bytes (y a partir de 65.536 hasta 1 Gbyte con escalado de ventana) en función de los recursos RAM disponibles, puede variar en cualquier momento disminuyendo o aumentando (sin sobrepasar 65.535 bytes si no se ha negociado previamente la opción de escalado de ventana)
 - Dependen de los recursos RAM de cada entidad TCP y puede ser diferente para cada sentido
- El valor por omisión de MSS es de 1024 bytes
 - El MSS elegido, para recibir en fase de transferencia de datos, puede ser mayor o menor que el valor por omisión y se indica mediante una opción de la cabecera TCP con el bit SYN = 1
 - Cada entidad TCP indica a su “entidad par” qué MSS está dispuesto a aceptar.

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

Ejemplo de Transferencia de Datos sin Errores

Transmisión unidireccional de datos (de "A" a "B") sin errores

y con VENTANA en "B" de 900 octetos

CLIENTE APLICACIÓN

TCP "A"

CONF=3

SERVIDOR APLICACIÓN

TCP "B"

MSS=300

SEC=3, ACK=1, CONF=1501
VENTANA=4096, DATOS=300

ACK=1, CONF=303, SEC=1501
VENTANA=900, DATOS=0

SEC=303, ACK=1, CONF=1501
VENTANA=4096, DATOS=300

SEC=603, SEC=1501
DATOS=0

CONF (enviada) = SEC + DATOS (del último segmento recibido) ←

SEC (enviado) = SEC + DATOS (del último segmento enviado) →

**!!!OJO!!! EN SEMIDÚPLEX
PARA UNA MAYOR
COMPRESIÓN
NO ES NECESARIO ESPERAR LA
CONFIRMACIÓN DEL SEGMENTO DE**

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

Ejemplo de Transferencia de Datos con Errores

Transmisión unidireccional de datos (de "A" a "B") con errores

(pérdidas de segmentos TCP) y con VENTANA en "B" de 900 octetos

"A" transmite un primer segmento de 300 octetos pendientes de confirmación

TCP "A"

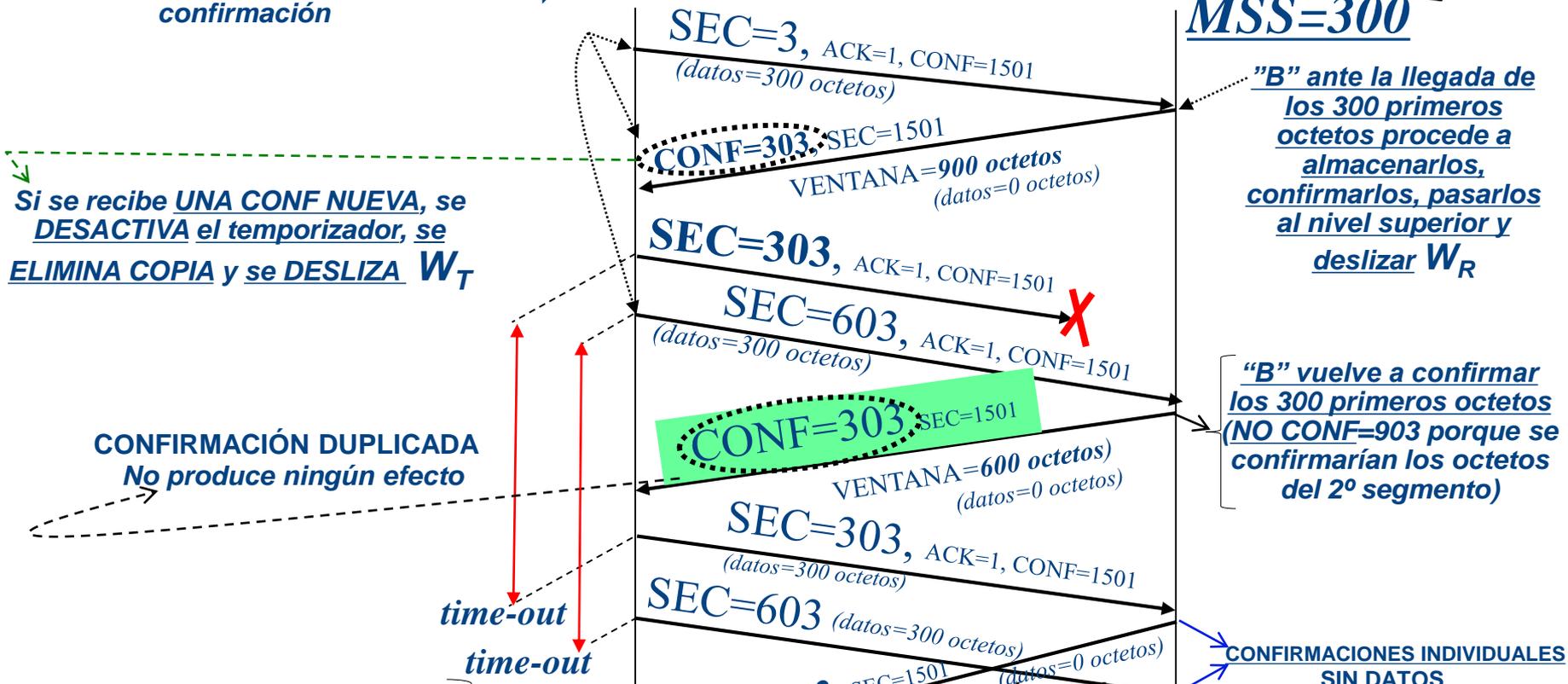
TCP "B"
MSS=300

Si se recibe UNA CONF NUEVA, se DESACTIVA el temporizador, se ELIMINA COPIA y se DESLIZA W_T

"B" ante la llegada de los 300 primeros octetos procede a almacenarlos, confirmarlos, pasarlos al nivel superior y deslizar W_R

"B" vuelve a confirmar los 300 primeros octetos (NO CONF=903 porque se confirmarían los octetos del 2º segmento)

CONFIRMACIONES INDIVIDUALES SIN DATOS



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

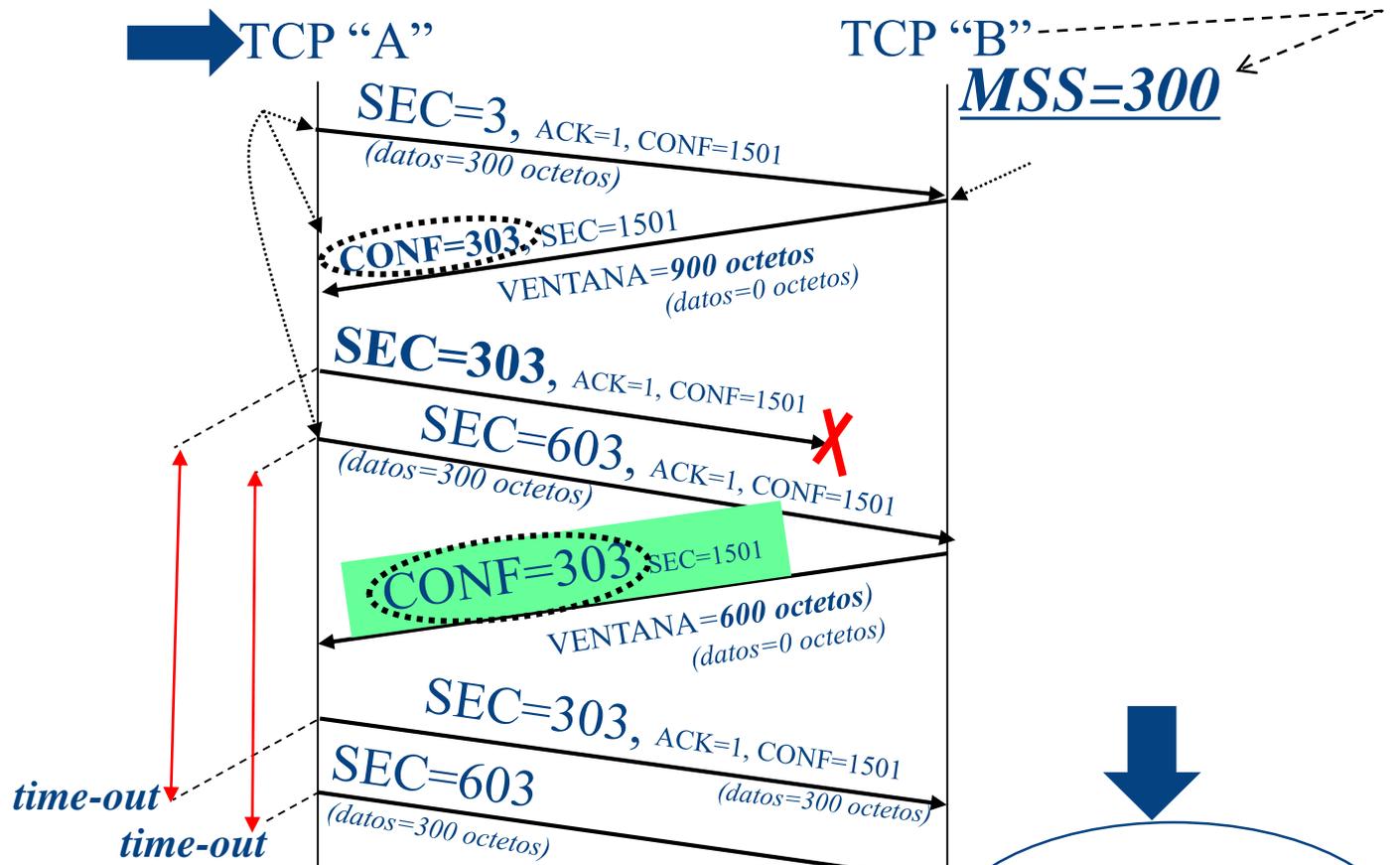
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

ESPERA RECIBIR

Ejemplo de Transferencia de Datos con Errores

Transmisión unidireccional de datos (de "A" a "B") con errores
(pérdidas de segmentos TCP) y con VENTANA en "B" de 900 octetos



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

Temporizador de Espera de Datos (ACK “piggybacked”)

- **Confirmaciones individuales o en grupo (en función del retardo entre segmentos de datos recibidos) CON DATOS**
- **Cuando una entidad TCP recibe uno o varios segmentos de datos y, a su vez, no tiene datos que enviar de vuelta, no envía el ACK inmediatamente**
 - *Espera “un poco” por si el proceso de aplicación genera datos y de ese modo aprovecha para enviar el ACK (individual o en grupo) en el segmento de datos (ACK “piggybacked”)*
 - *En muchos sistemas ese temporizador (espera de datos de la aplicación) suele ser de unos 200 ms*
 - Si se agota el timer sin que la aplicación haya producido datos se

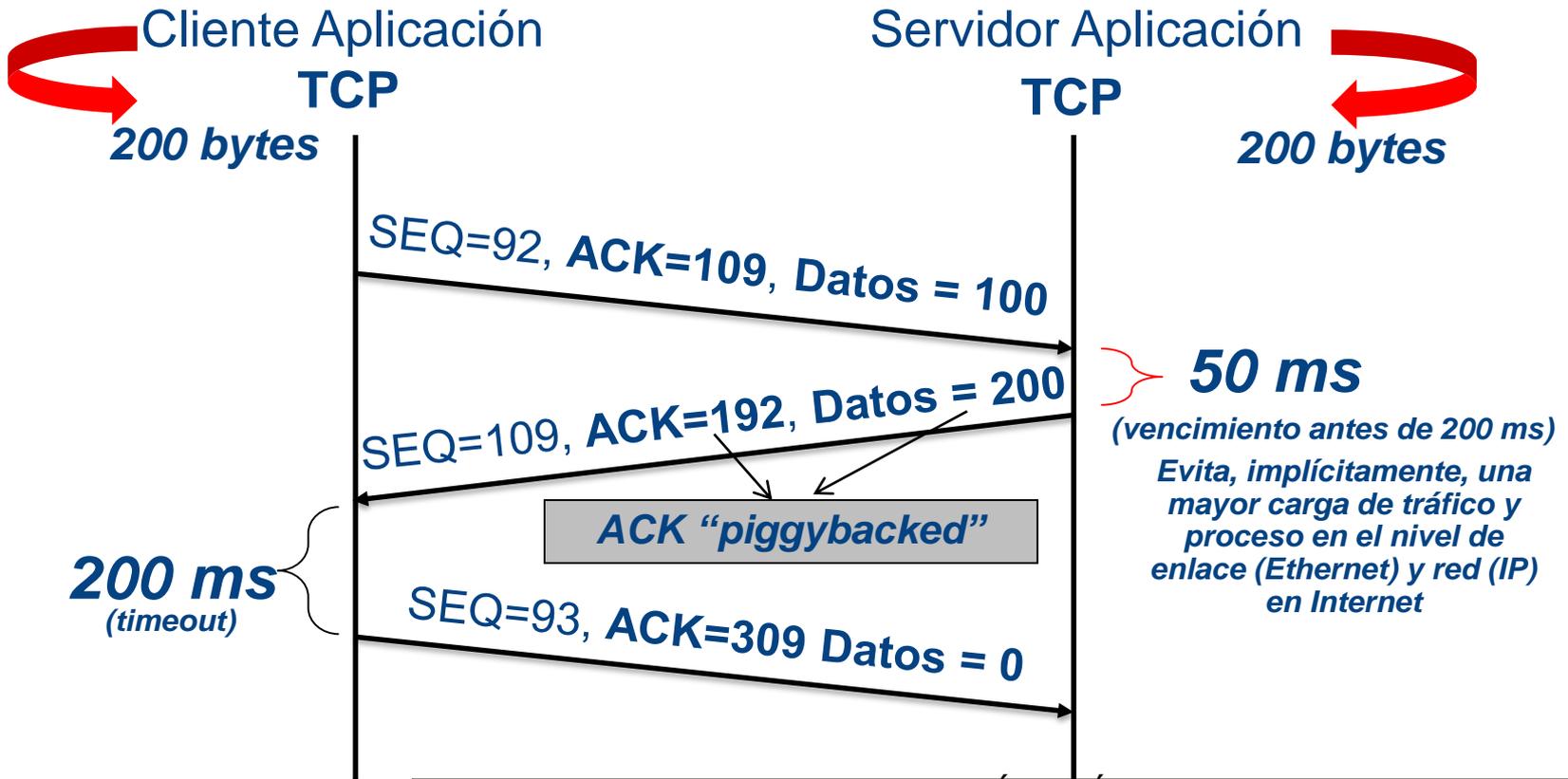
Cartagena99

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

Ejemplo de Temporizador de Espera de Datos

Temporizador de Espera de Datos = 200 ms



Cartagena99

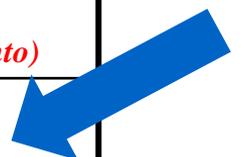
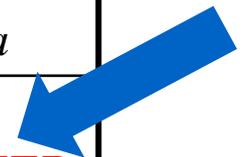
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

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

Opciones TCP más Relevantes

Descripción

TIPO	LONGITUD (octetos)	DATOS	Descripción
2	4	Valor MSS	<i>MSS</i>
3	3	Tamaño de la Ventana	<i>Escala de la Ventana</i>
4	2	DATOS = 0	<u>SACK</u> <u>PERMITTED</u> <i>(Fase de establecimiento)</i>
5	Variable	$x_1 - y_1 \quad \dots \quad x_n - y_n$	<u>SACK</u> <i>(Fase de transferencia de datos)</i>
8	10	Valor actual reloj emisor (4 octetos) +	<i>Marca de</i>



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

TCP SACK

Confirmación Selectiva

Selective Acknowledgment (SACK)

- Definido en el *RFC-2018* y, posteriormente, extendido en el *RFC-2883*
 - Es una opción, por omisión, en toda implementación TCP para, EN CASO DE PERDIDAS DE SEGMENTOS TCP, aumentar la eficiencia del protocolo
 - *Permite informar a la entidad TCP emisora de aquellos octetos de datos de segmentos de información NO CONTIGUOS que han sido recibidos correctamente*
 - *Un segmento no contiguo es aquél cuyo primer octeto de datos no es el primero que se espera recibir*
 - **EVITA VENCIMIENTOS DE TEMPORIZADORES** y **RETRANSMISIONES INNECESARIAS**

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

TCP SACK

Confirmación Selectiva

Selective Acknowledgment (SACK)

- *Para poder hacer uso de la opción Tipo 5 SACK en fase de transferencia de datos hay que indicarlo previamente en fase de establecimiento de la conexión TCP*
 - Se indica mediante la **opción Tipo 4 TCP SACK-PERMITTED** en la fase de establecimiento de la conexión TCP en un **segmento SYN = 1**
 - Si el receptor no ha recibido la **opción Tipo 4 TCP SACK-PERMITTED** en el establecimiento de la conexión, **no debe usar la opción Tipo 5 TCP SACK-PERMITTED** en la fase de transferencia de datos

Cartagena99

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

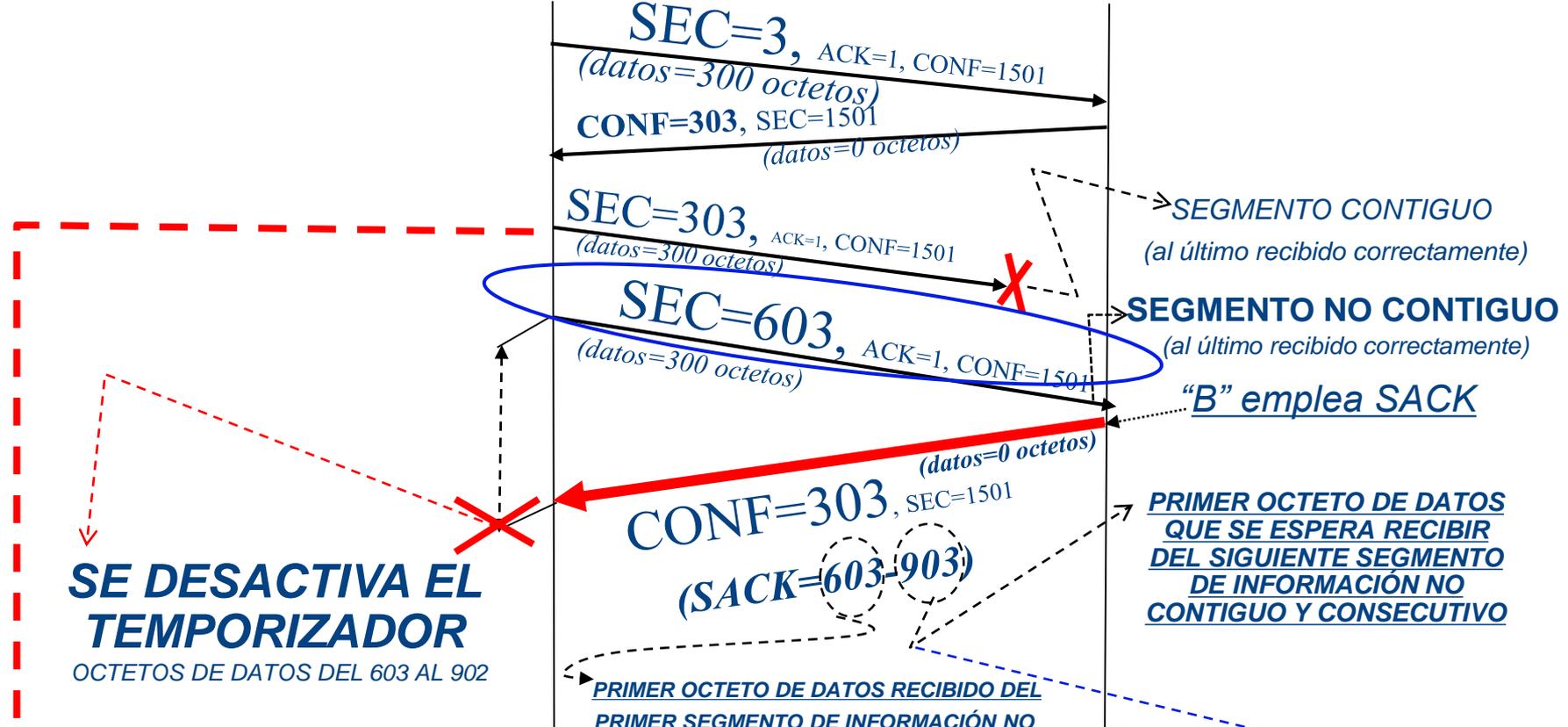
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Ejemplo de un Paquete SACK

Un segmento no contiguo es aquél cuyo primer octeto de datos no es el primero que se espera recibir

TCP "A"

TCP "B"



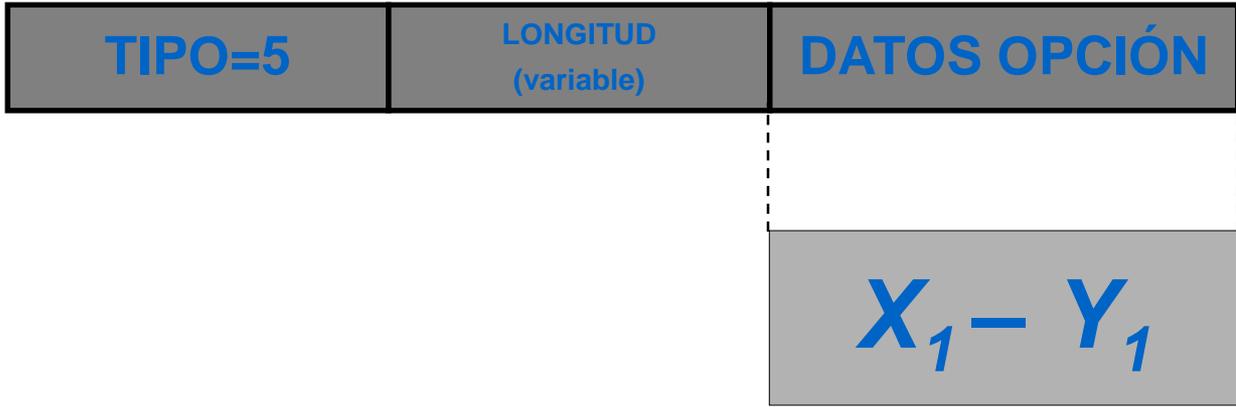
CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

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

Cartagena99

Paquete SACK con "1 Bloque" para Segmentos No Contiguos y Consecutivos (Sin Pérdidas)

USO DE LA OPCIÓN SACK CON CAMPO DATOS OPCIÓN DE UN ÚNICO BLOQUE



- ✓ X_1 (32 bits) = BORDE IZQUIERDO DEL BLOQUE "1" = "PRIMER" OCTETO DE DATOS RECIBIDO DEL "PRIMER" SEGMENTO DE INFORMACIÓN NO CONTIGUO
 - X_1 es el mismo valor para todos los paquetes SACK siempre que los siguientes segmentos de información no contiguos recibidos sean consecutivos
- ✓ Y_1 (32 bits) = BORDE DERECHO DEL BLOQUE "1" = PRIMER OCTETO DE DATOS QUE SE ESPERA RECIBIR DEL SIGUIENTE SEGMENTO DE INFORMACIÓN NO CONTIGUO Y CONSECUTIVO



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

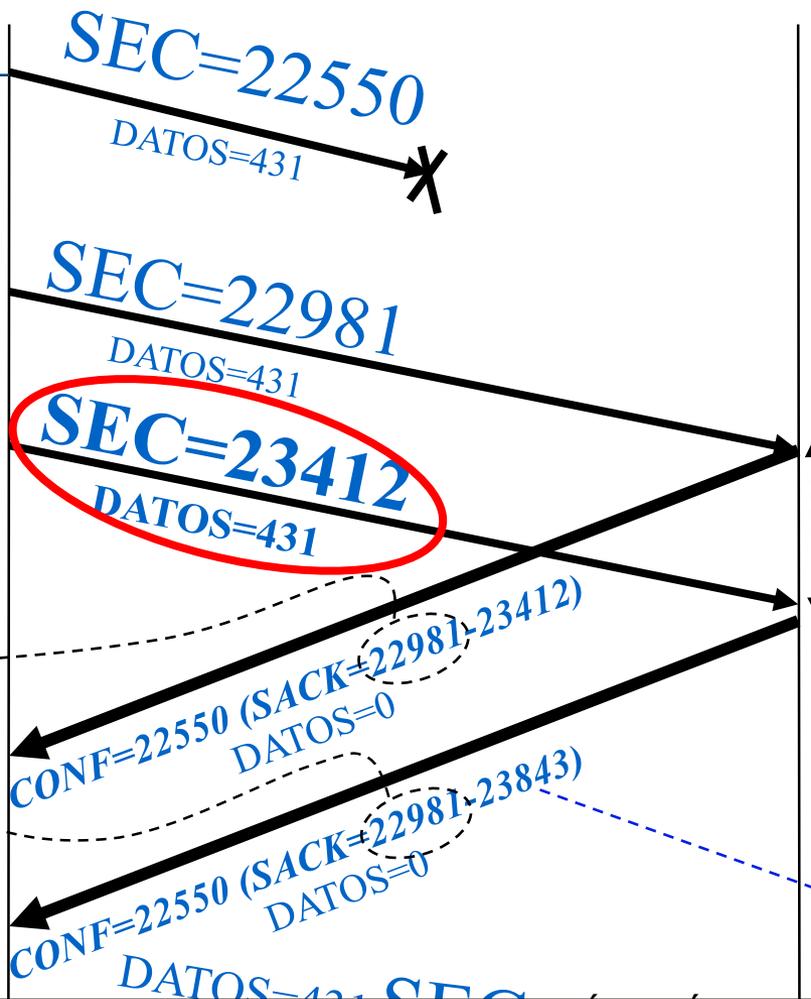
TCP "A"

TCP "B"

TIMEOUT

SEGMENTOS NO CONTIGUOS Y CONSECUTIVOS

Se intenta agrupar el máximo de octetos de datos consecutivos en cada paquete SACK

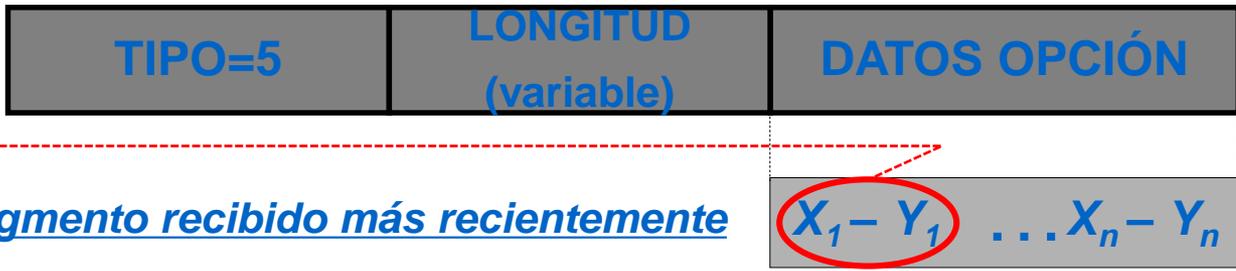


CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

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

Cartagena99

Extensión con "N" Bloques del Paquete SACK para Segmentos No Contiguos y No Consecutivos (Con Pérdidas)



Informa del segmento recibido más recientemente

- ✓ Se pueden enviar hasta 4 bloques **NO CONSECUTIVOS SACK** (32 octetos)
 - Se recuerda que si los nuevos octetos de datos son consecutivos con los anteriores ya recibidos, entonces, se agrupan en un mismo primer bloque $X_1 - Y_1$
- ✓ El bloque 1 ($X_1 - Y_1$) debe informar del segmento recibido más recientemente
- ✓ Asegura que el ACK con la opción SACK refleje el cambio más reciente en el buffer de recepción. Así el emisor tiene información

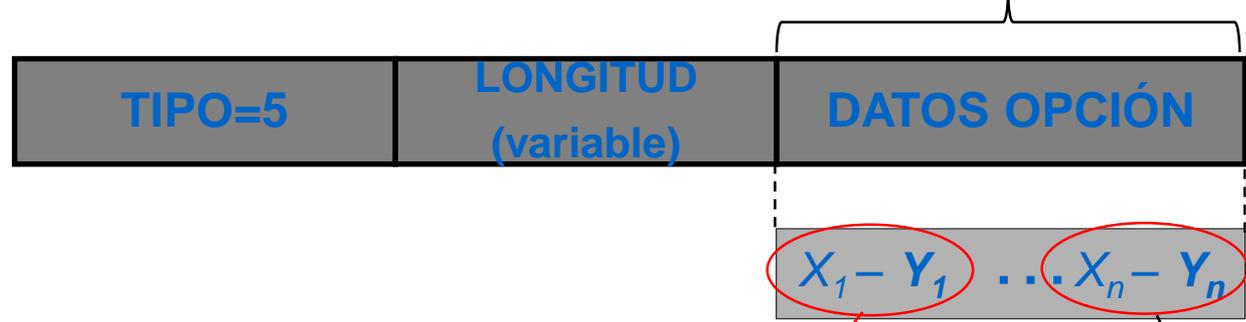
Cartagena99

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

Extensión con "N" Bloques del Paquete SACK para Segmentos No Contiguos y No Consecutivos (Con Pérdidas) (RESUMEN)

Si hay espacio en el campo de opciones TCP (máximo 60 octetos), se pueden enviar hasta 4 bloques de información de control



RECORDATORIO DE UN SEGMENTO DE INFORMACIÓN NO CONTIGUO YA RECIBIDO

El bloque (X₁ - Y₁) debe informar del segmento no...

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

2 Tipos de Liberación de la Conexión

■ Bilateral u ordenada

- Bit FIN en los dos sentidos (FIN = invitación al otro extremo a cerrar también)
- La desconexión puede iniciarla cualquiera de los dos equipos (el cliente o el servidor) invitando al otro a cerrar
- El cierre de un sentido por parte de un equipo se interpreta como una ‘invitación’ a cerrar al otro

■ Unilateral o abrupta

➤ Bit RST sin datos en un sentido

- Un equipo termina y cierra sin esperar a recibir confirmación

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

Liberación Bilateral u Ordenada de la Conexión

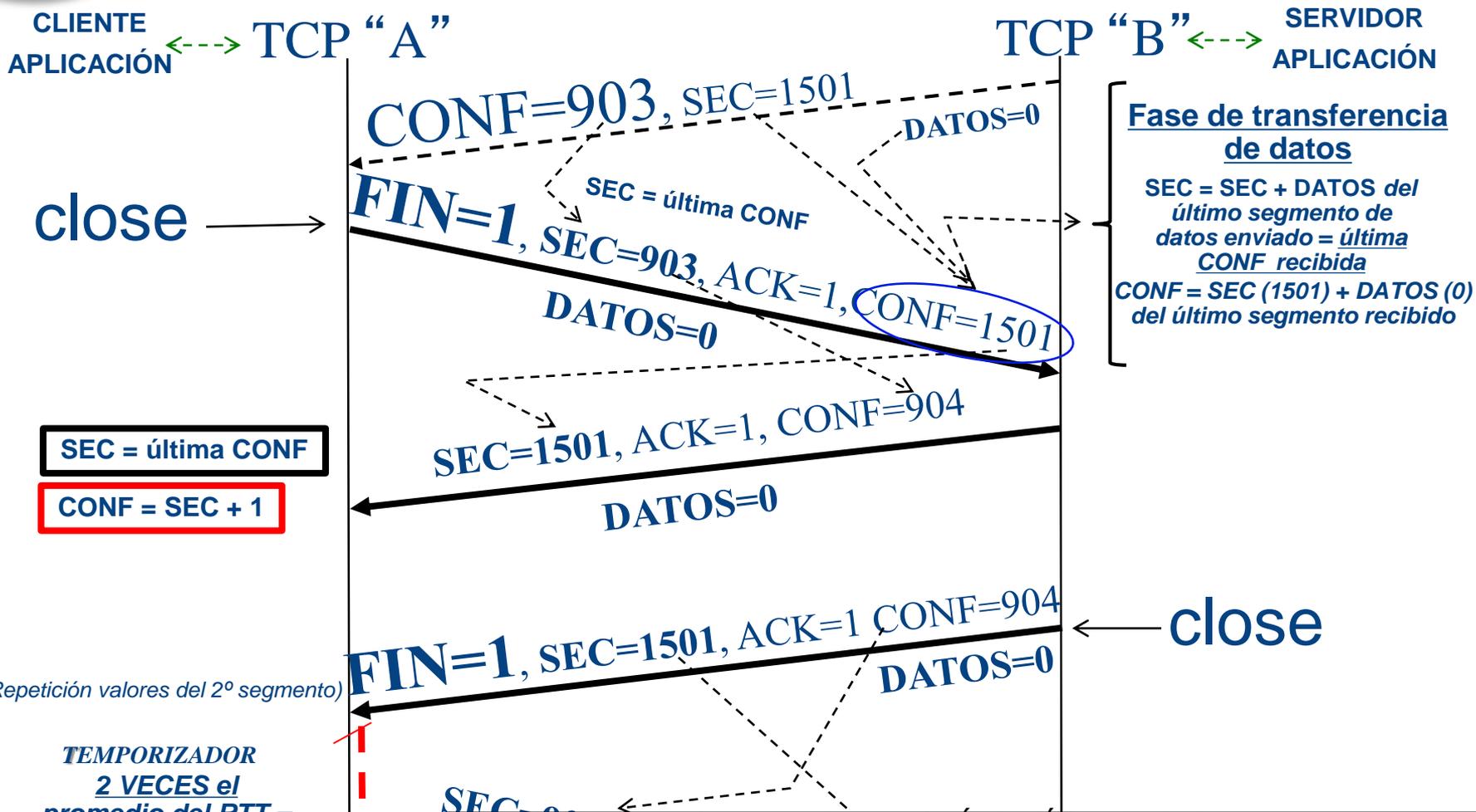
- Estándar de Liberación: 4 envíos SIN DATOS
 - *LA CONEXIÓN TCP SE LIBERA COMPLETAMENTE cuando cada entidad TCP, después de haber transmitido todos sus datos, envía en cada sentido un SEGMENTO SIN DATOS con el bit FIN activado*
 - *La confirmación al FIN=1 recibido, SIEMPRE CON UN SEGMENTO SIN DATOS*

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

Ejemplo de la Fase de Liberación de la Conexión



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

Problemática de la Fiabilidad TCP

- *Problema con TCP: Si se desea rapidez en el transporte, TCP retarda dicho transporte porque ofrece un servicio orientado a conexión FIABLE (tres fases y mecanismos de FIABILIDAD)*
- *Hay aplicaciones que no toleran el retardo extremo a extremo producido por los ACKs, los temporizadores, las retransmisiones y controles de TCP*
 - *Las retransmisiones TCP son inaceptables para aplicaciones en tiempo real, al incrementar el retardo extremo a extremo*
- *Si la aplicación requiere un transporte rápido se monta sobre UDP*
- *Cada vez hay más aplicaciones sobre UDP*
 - *Tráfico interactivo en tiempo real*
 - ✓ *Vídeoconferencias o vídeollamadas, VoIP, juegos en red, ...*
 - *Tráfico no interactivo en tiempo real*

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

Protocolo UDP (User Datagram Protocol)

RFC-768, STD 0006

- **Se utiliza en los siguientes escenarios:**
 - ✓ *En aplicaciones en tiempo real*
 - ✓ *interactivas (vídeoconferencias o vídeollamadas, VoIP, etc.) y no interactivas (streaming de audio y vídeo, etc.)*
 - ✓ *Cuando el intercambio de mensajes es muy escaso y los mensajes son cortos, por ejemplo, consultas al DNS*
 - ✓ *Los mensajes se envían en una RAL del tipo Ethernet (sin errores físicos): DHCP, SNMP, ...*
 - ✓ *Cuando los mensajes se producen regularmente y no importa si se pierde alguno: SNMP, NTP, ...*

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

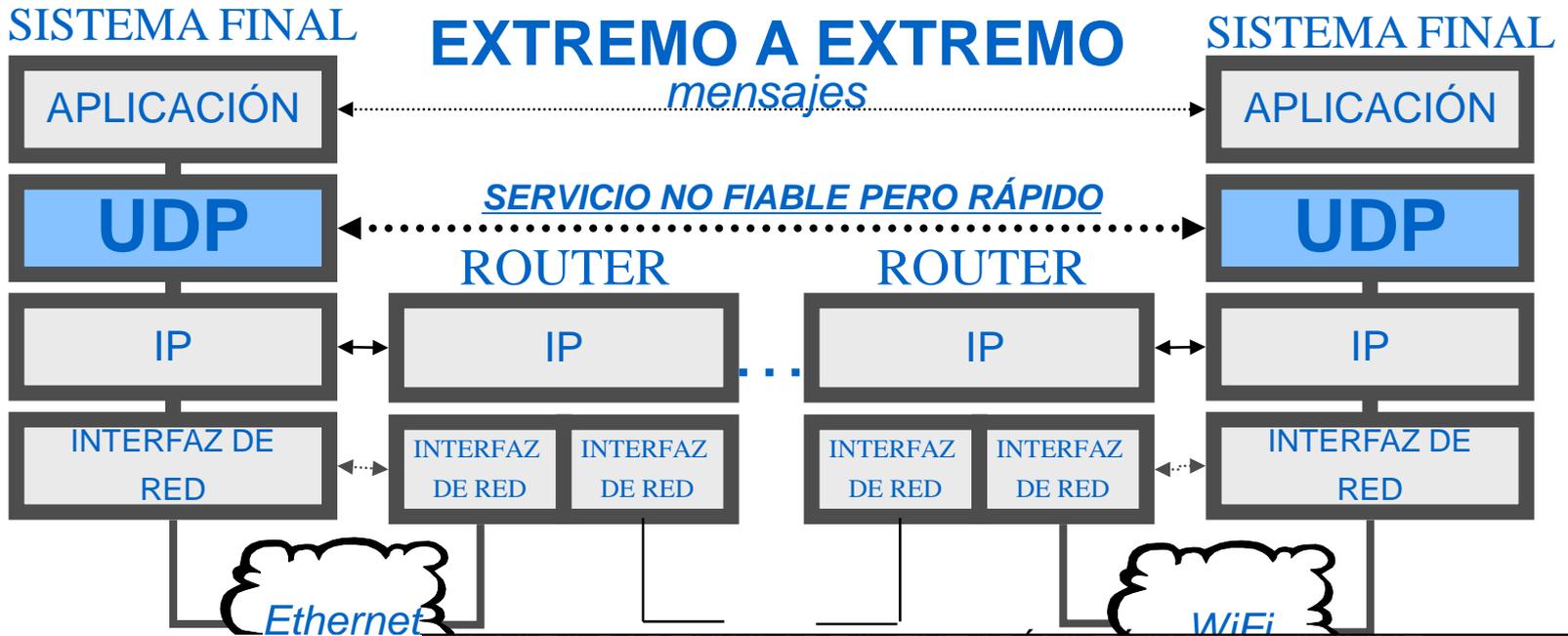
Protocolo UDP (User Datagram Protocol)

RFC-768, STD 0006

Transporte NO FIABLE PERO RÁPIDO

de los mensajes de aplicación encapsulados en datagramas UDP

SIN CONTROLES



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

Protocolo UDP (User Datagram Protocol)

RFC-768, STD 0006

- *Protocolo muy sencillo que añade un mínimo de sobrecarga*
 - **Añade muy poco al servicio de IP como es proporcionar comunicación proceso a proceso en lugar de máquina a máquina**
- **3 Servicios**
 - ***NO FIABLE***
 - *Con detección (opcional) y no recuperación de errores físicos*
 - *Sin control (detección y recuperación) de errores lógicos (datagramas UDP perdidos y desordenados)*
 - *Sin control de flujo*
 - **MULTIPLEXADO o simultáneo y diferenciado a través de los números de puerto**
 - **DÚPLICACIÓN DE DATOS Y CONFERENCIAS SIMULTÁNEAS EN LOS DOS**

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

UDP ofrece un SERVICIO NO FIABLE a los Procesos del Nivel de Aplicación

- Un **SERVICIO NO FIABLE** significa un SERVICIO NO ORIENTADO A CONEXIÓN, el cual dispone de UNA FASE
 1. TRASFERENCIA DE DATOS

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

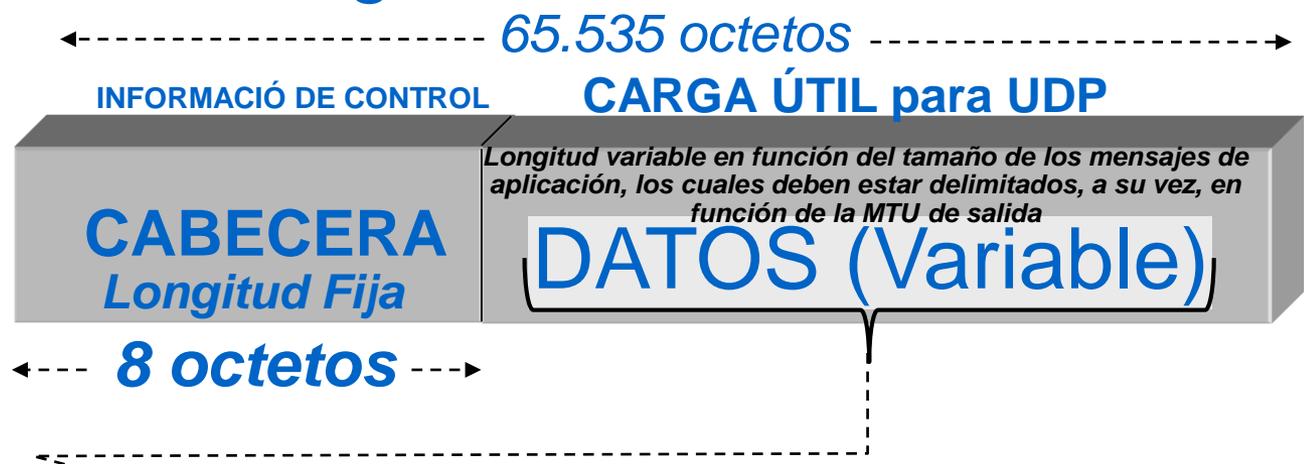
PROTOCOLO UDP

Formato de un Datagrama UDP

RFC-768, STD 0006

Engloba dos tipos de información: Cabecera + Datos

Longitud Máxima Teórica

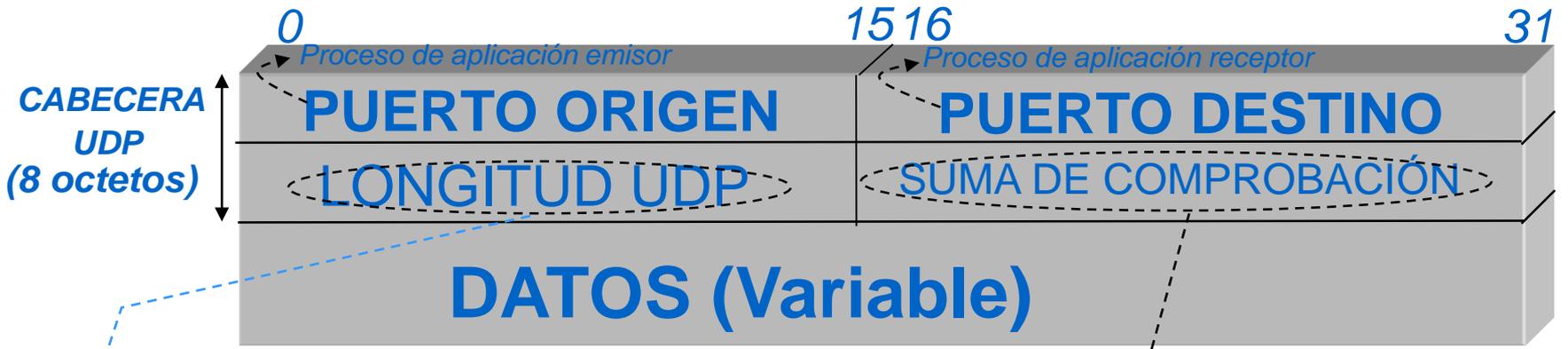


Cartagena99

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

Formato de un Datagrama UDP



A todo el datagrama UDP
(cabecera y datos)
Uso opcional:
Si la entidad UDP emisora
pone "todo a ceros" = No usar

Longitud en octetos del datagrama UDP (cabecera + datos) =
= **Longitud mínima de 8 octetos (cabecera sin datos)**

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

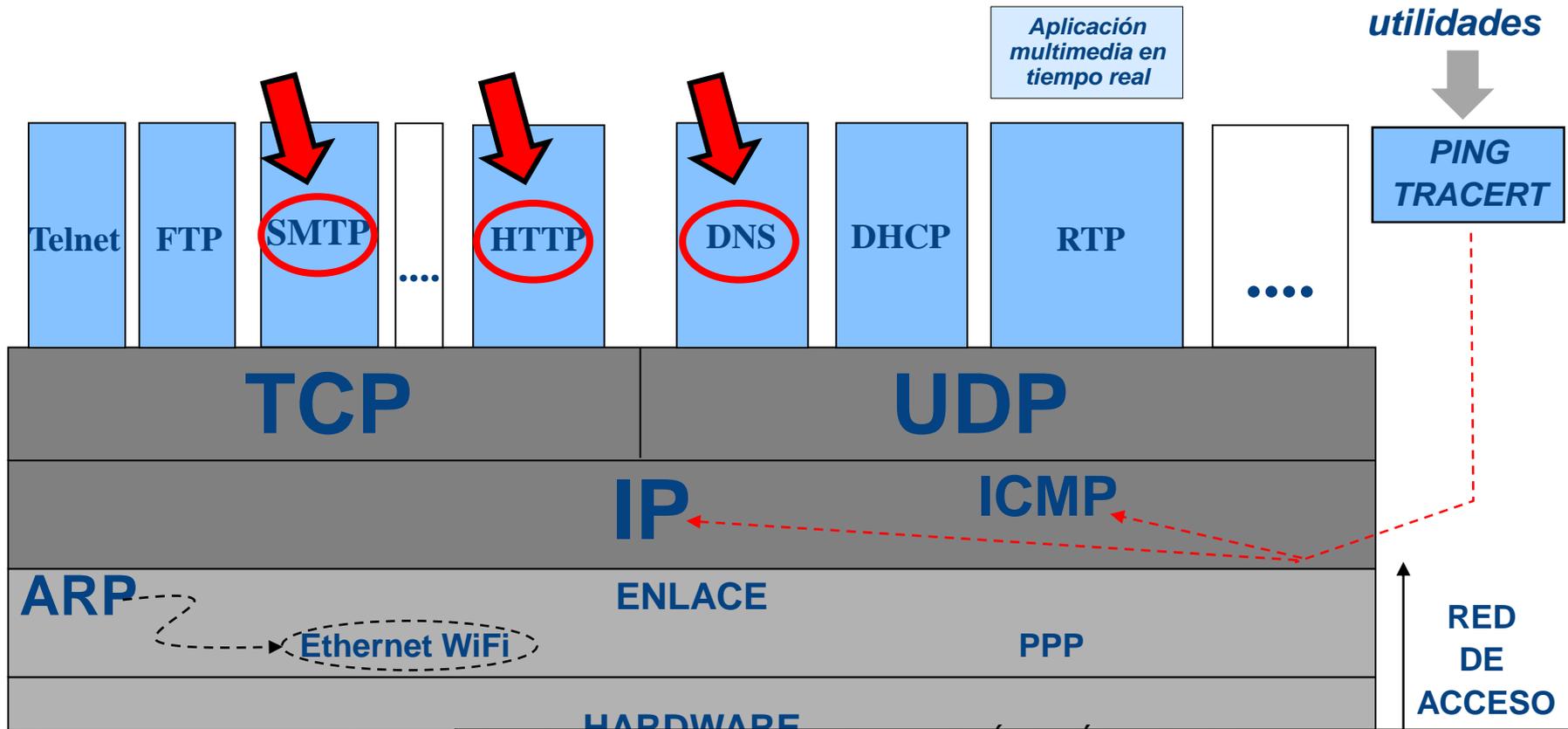
4.2 Nivel de aplicación

Cartagena99

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

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

Protocolos de Aplicación sobre TCP



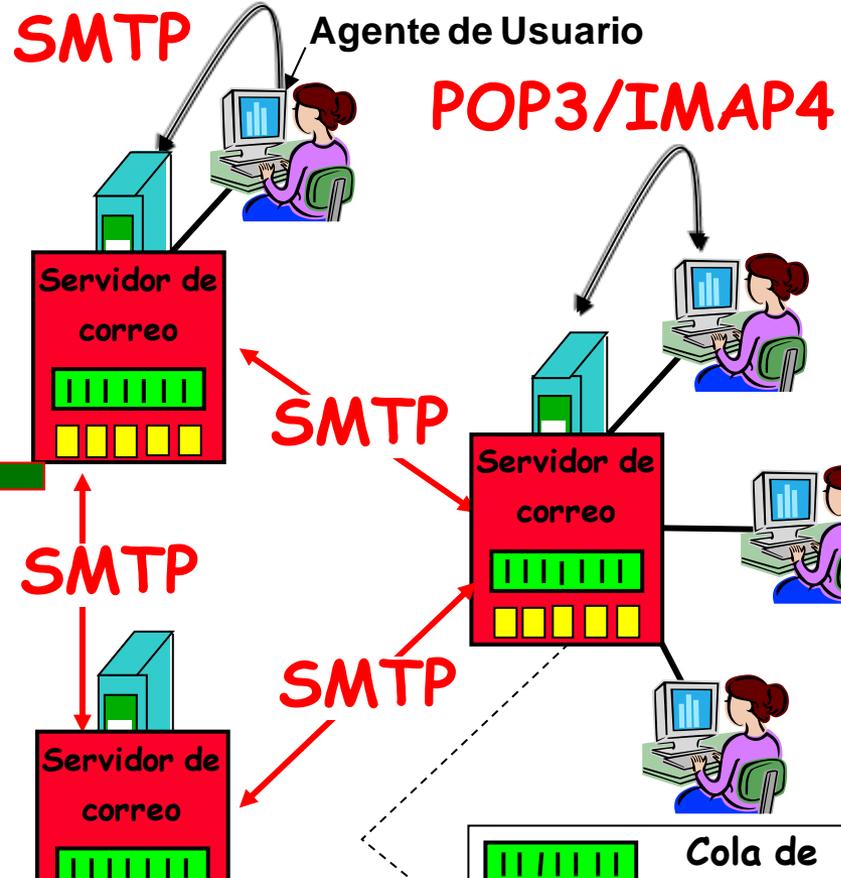
Cartagena99

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

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

APLICACIÓN DE CORREO ELECTRÓNICO TCP/IP

Tres Componentes Principales



1. **AGENTE DE USUARIO** (p.ej., Microsoft Office Outlook, Mail de OS X, Kmail y Evolution de Linux, etc.)

- Sistema de correo en el equipo del usuario
- **CLIENTE DE CORREO SMTP** ←
- Editor de texto
- **Codificador/decodificador o CODEC MIME**
- **CLIENTE de acceso al correo POP3/IMAP4 para recuperar el correo desde el buzón del destinatario en su servidor de correo a un directorio de su disco duro**

2. **SERVIDOR DE CORREO SMTP del usuario** ←

- Se ejecuta en el equipo de la organización del usuario o en la red IP de su operador (ISP)
- Buzones de los usuarios
- **Colas de los buffers de los mensajes salientes**

3. **Protocolo Simple de Transferencia de Correo o PROTOCOLO DE ENVÍO DE CORREO SMTP (Simple Mail Transfer Protocol)** ←

- **Enviar correo desde el cliente de correo SMTP de un agente de usuario a su servidor de**

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

COMPONENTE ADICIONAL SERVIDOR DE INTERCAMBIO DE CORREO

- *Cuando el buzón del destinatario no está localizado en el equipo en donde se ejecuta el servidor SMTP local*
 - El Servidor de Intercambio de Correo SIEMPRE ESTÁ ASOCIADO AL SERVIDOR SMTP REMOTO DEL DESTINATARIO y SIEMPRE ES INVOCADO POR EL SERVER SMTP LOCAL DEL REMITENTE VÍA SERVIDOR DNS
 - ✓ Registro MX (Mail eXchange record) o Registro de Intercambio de Correo en la Tabla DNS

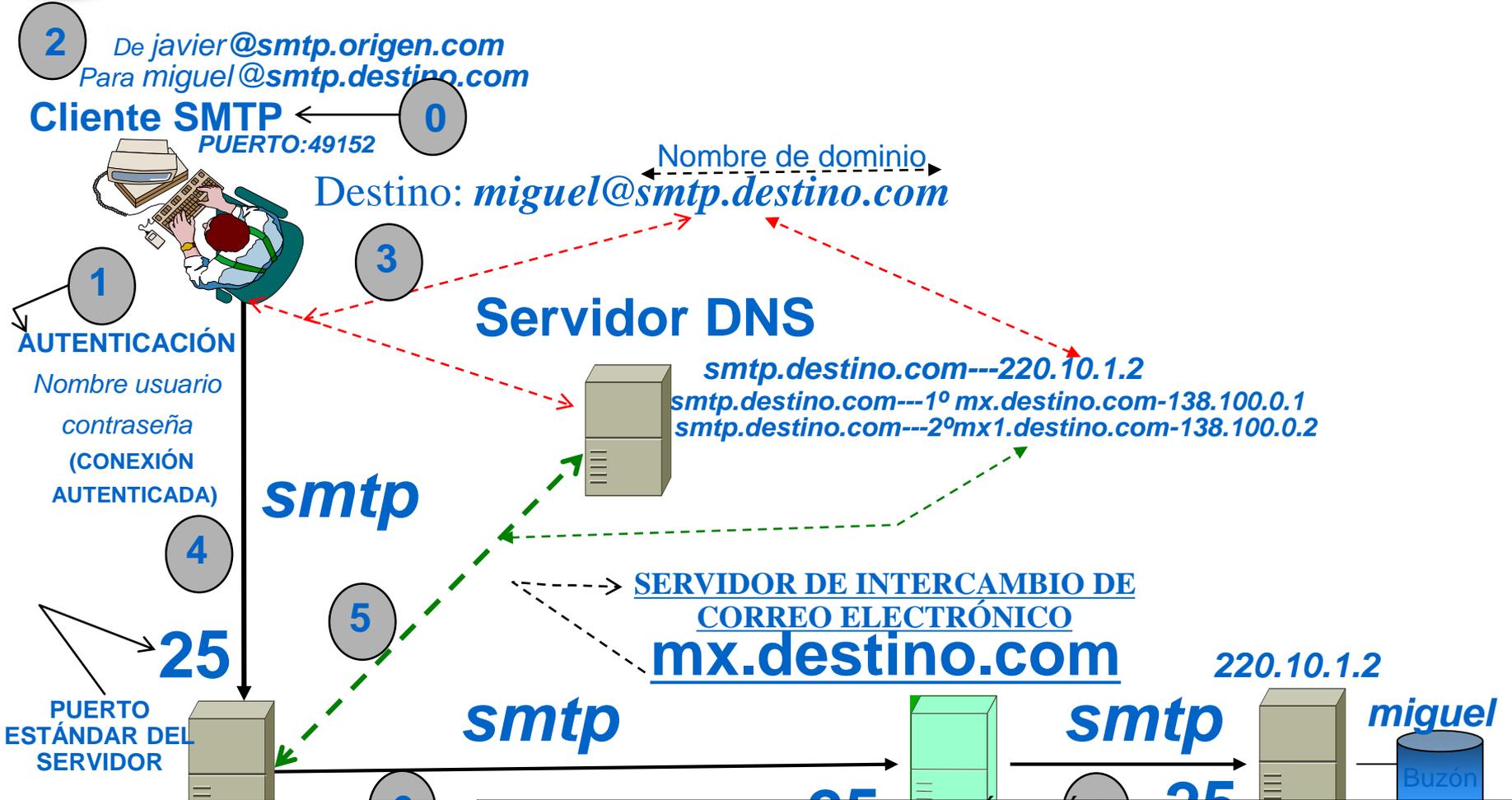
➤ OBJETIVO: ALMACENAR PREVIAMENTE LOS MENSAJES PARA EL SERVIDOR SMTP REMOTO DESTINATARIO SI ÉSTE NO ESTÁ

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

EJEMPLO DE ESCENARIO SMTP EN INTERNET



Cartagena99

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

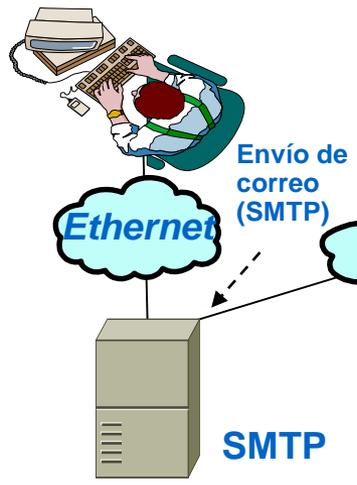
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

RECOGIDA DEL CORREO ELECTRÓNICO

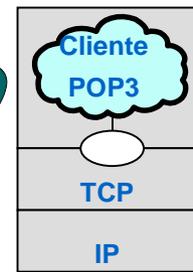
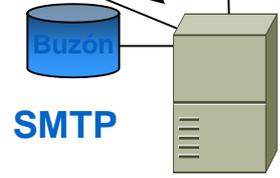
POP3 (Post Office Version 3)

Componente del AU

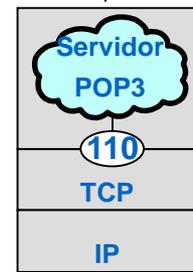
Agente de Usuario



Agente de Usuario



Acceso al buzón (recoger correo)



(ENVÍO DE CORREO)

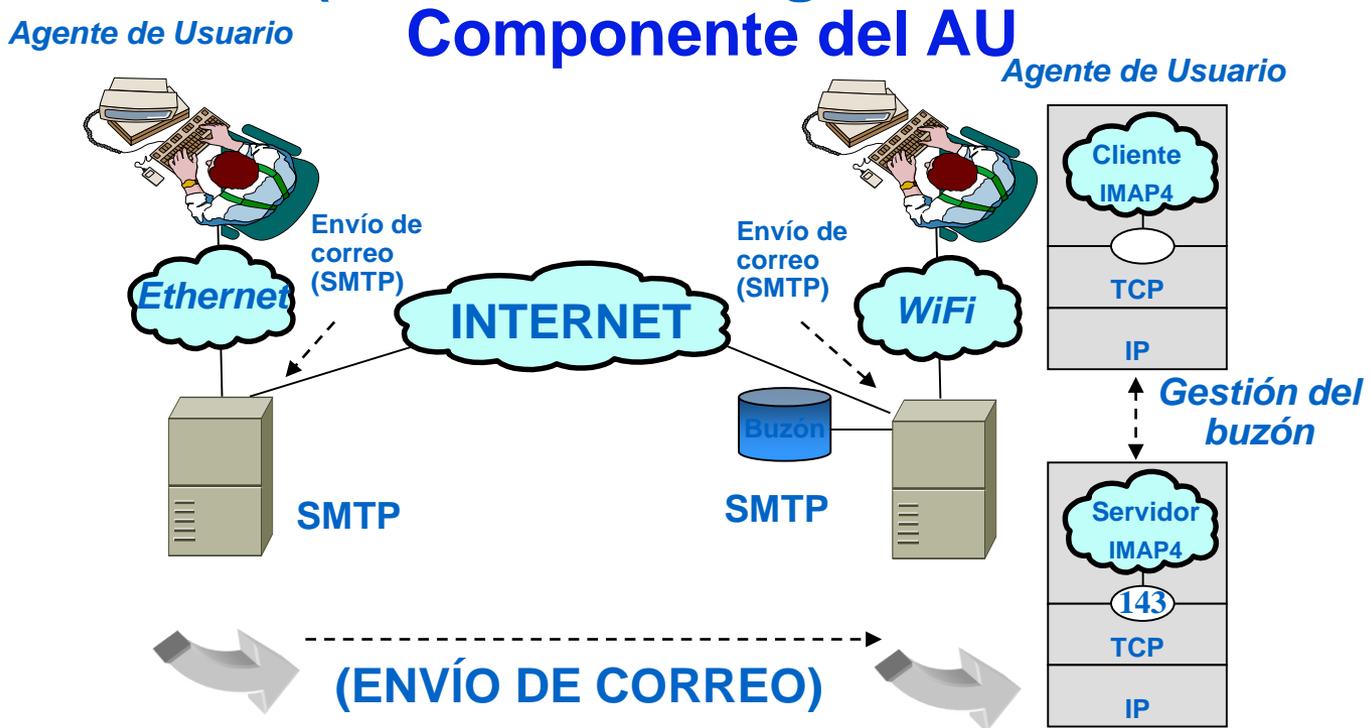
Cartagena99

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

GESTIÓN DEL CORREO ELECTRÓNICO

IMAP4 (Internet Message Access Protocol Rev 4)



- Proporciona un **SERVICIO DE GESTIÓN DE MENSAJES** en el mismo buzón de correo sin necesidad de recoger todos los mensajes y traerlos al disco duro
- Permite al usuario *clasificar, eliminar, y distribuir su correo en distintas carpetas en el disco duro*

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

Puertos Servidores SMTP

■ 25

- *Nº de puerto por omisión pero NO ES SEGURO (permisivo o “tragón”)*
 1. *AUTENTICACIÓN NO SEGURA: Nombre de usuario y contraseña visibles*
 2. *Envía cualquier mensaje transmitido por su cliente SMTP*
 - *Peligro de que el cliente SMTP transmita, voluntariamente o involuntariamente por infección previa, correo spam (“basura” de tipo publicitario) o correo con virus (fichero adjunto que se ejecuta al abrirlo)*
 - *Peligro de que el servidor de correo origen entre en una Lista Negra de servidores SMTP de envío de correo peligrosos en Internet*

■ 465

- *Nº DE PUERTO SEGURO*
 1. *AUTENTICACIÓN SEGURA: Cifrado del nombre de usuario y contraseña*
 2. *Cifrado de todo el correo enviado del cliente SMTP al servidor SMTP*
 3. *Cifrado de todo el correo recibido por el servidor SMTP hacia el cliente SMTP vía IMAP4 o POP3*
- *Permite el uso de FIREWALLS*
 - *Se pueden filtrar, o no, direcciones IP de clientes SMTP potencialmente peligrosos para el nº de puerto 465*

Cartagena99

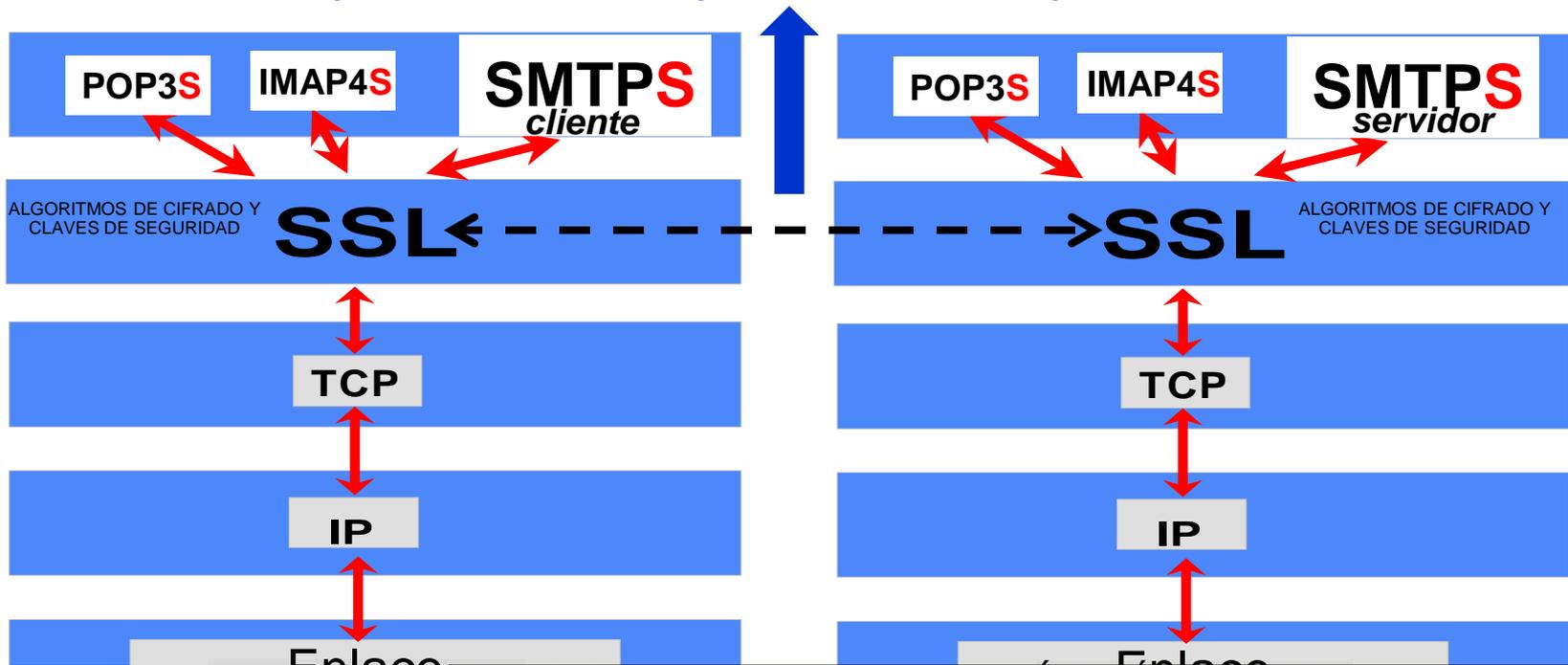
CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

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

SECURE SOCKETS LAYER (SSL)

Para poder usar el n° de puerto 465 en el envío de correo es necesario que tanto el cliente como el servidor SMTP, dispongan de un **Nivel Intermedio de Seguridad (SSL)** entre TCP y el proceso SMTP cliente y servidor

Negociación previa del algoritmo de cifrado (AES, 3DES, ...) y longitud en bits de la clave compartida (128, 168, 192 y 256 bits) para cifrar y descifrar los mensajes de autenticación y correo de usuario

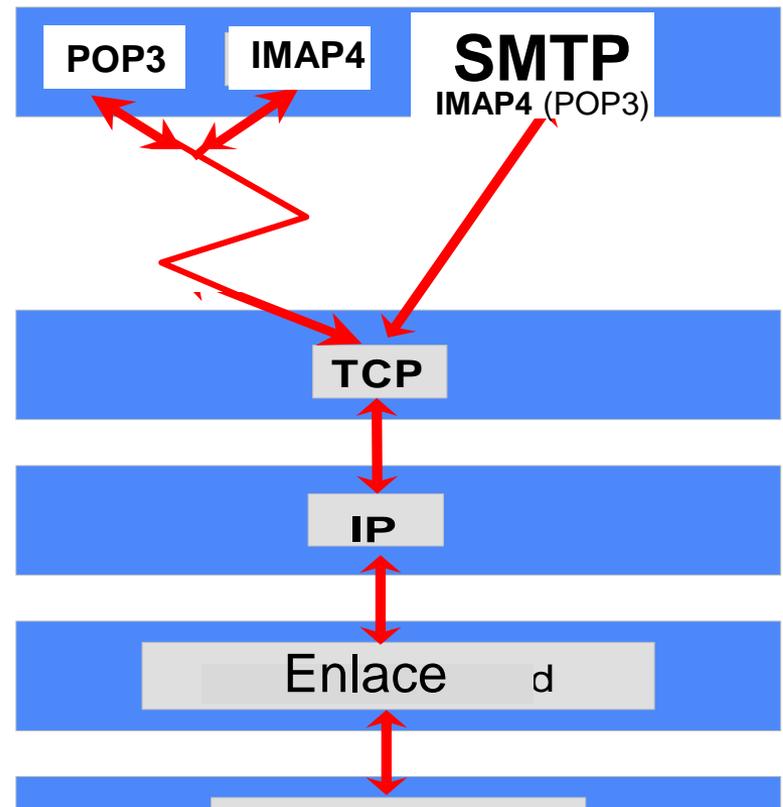
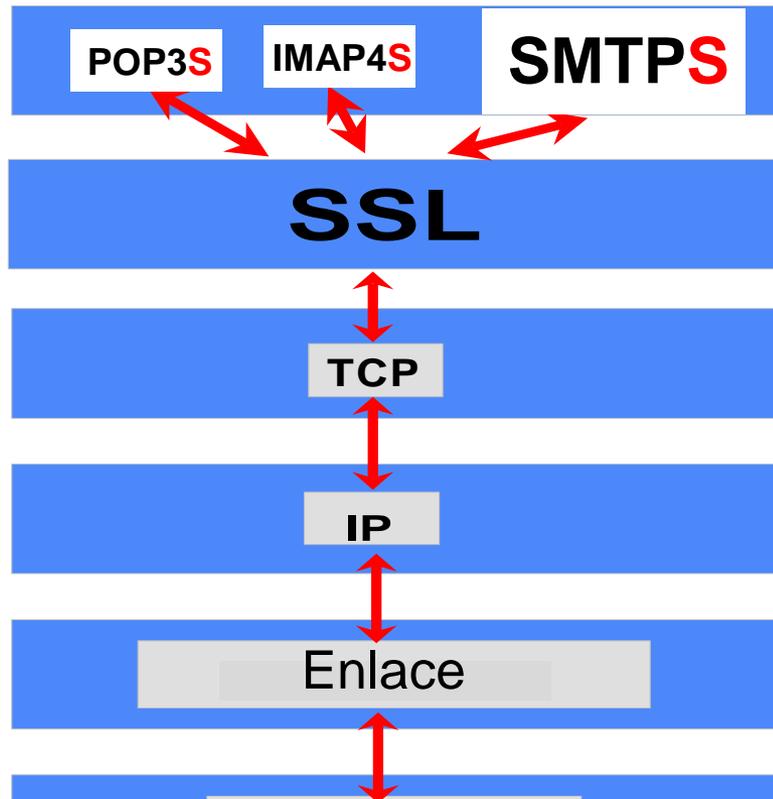


Cartagena99

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

Un Entorno de Correo (AU) Seguro vía SMTP/IMAP4 (POP3) y NO Seguro

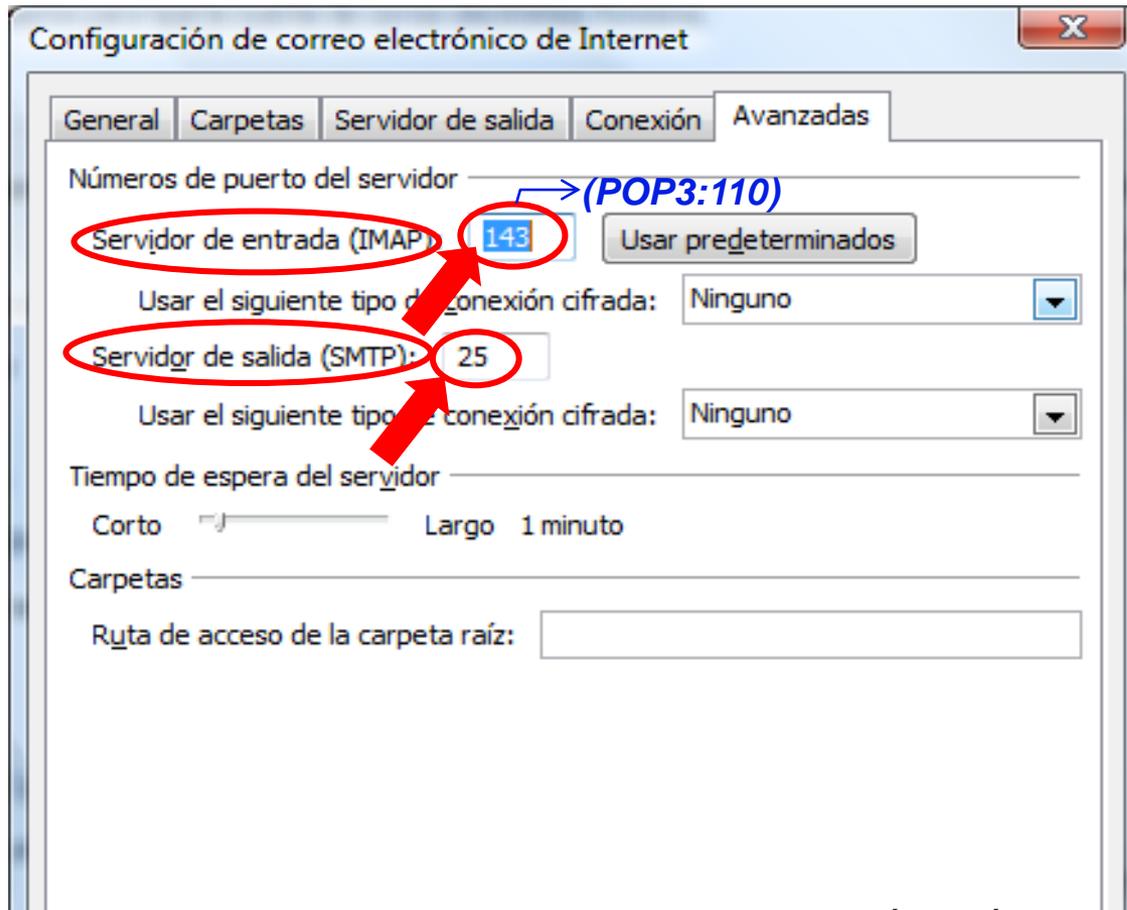


Cartagena99

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

CONFIGURACIÓN: Puerto 25 de SMTP y 143 de IMAP en Outlook Microsoft Office Outlook

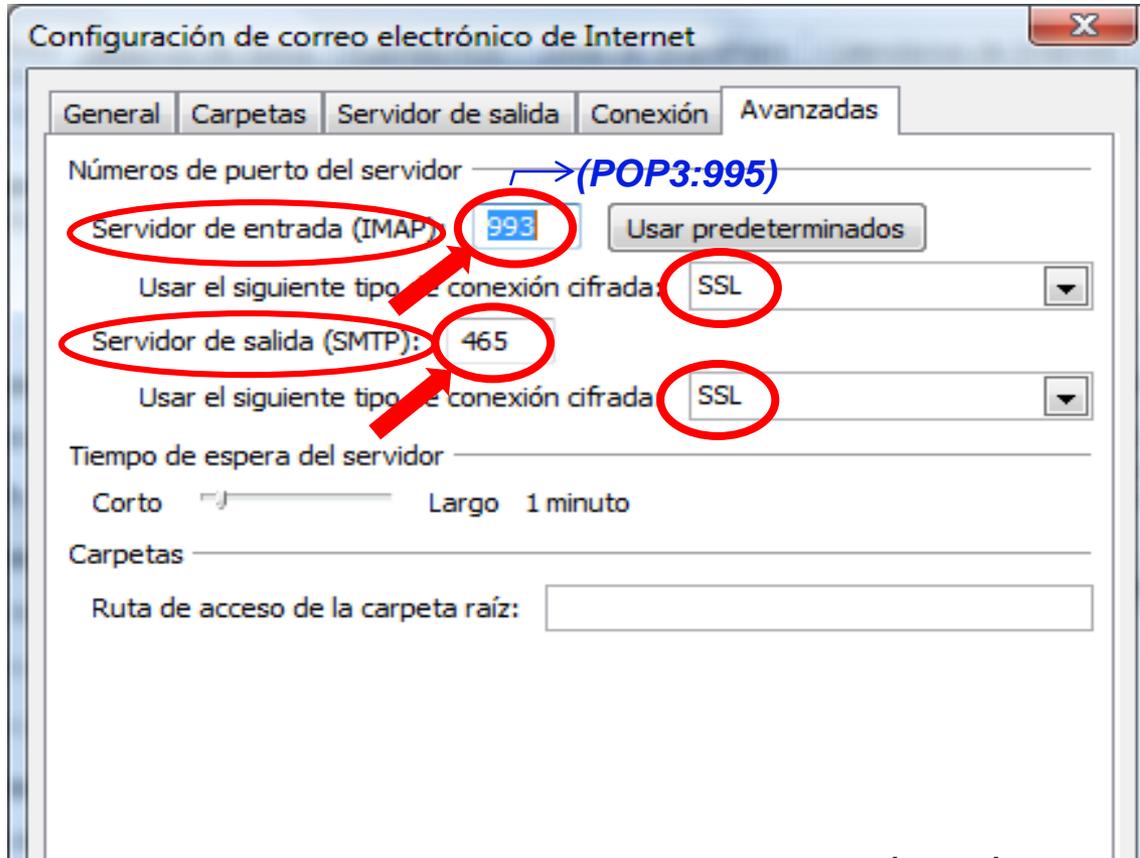


Cartagena99

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

Microsoft Office Outlook



Cartagena99

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

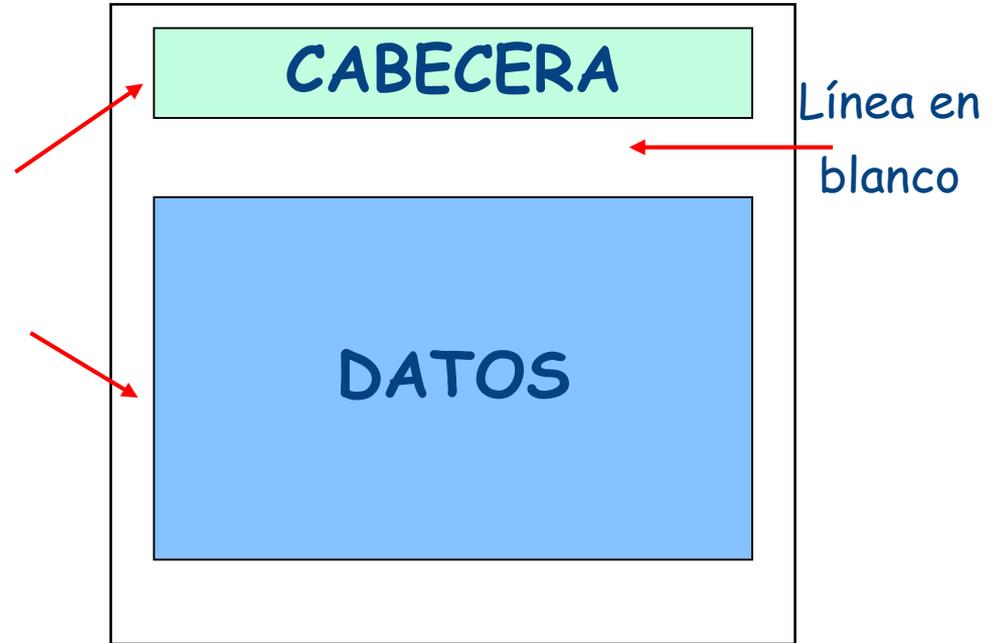
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

FORMATO DE LOS MENSAJES SMTP

RFC-822, STD-0011

(actualizado por el draft standard RFC-5322)

- RFC-822: Estándar para el formato de mensajes de texto. *Define las líneas o campos de la CABECERA (To:, Cc:, Bcc:, From:, Subject:, etc.), una línea en blanco y el Campo DATOS del mensaje en formato ASCII de 7 bits (español, francés, chino, etc. no soportados)*



FORMATO DE LOS MENSAJES DE CORREO

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

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

CODIFICADOR DECODIFICADOR MIME

Cartagena99

Formato del Mensaje SMTP/MIME (Multipurpose Internet Mail Extensions) Extensiones Multipropósito de Correo de Internet

Componente del AU

- Todo AU dispone de un CODIFICADOR (emisor)/DECODIFICADOR (receptor) MIME, el cual define el FORMATO DEL CAMPO DATOS DEL MENSAJE DE CORREO**
 - Para ello, AGREGA, al CAMPO DATOS del mensaje, una CABECERA MIME y un CAMPO DATOS o CUERPO MIME de forma individual tanto para el texto como para cada uno de los ficheros incluidos en dicho mensaje**
 - A su vez, el CODIFICADOR MIME emplea el sistema de codificación base64 o radix64 (subconjunto de 6 bits del ASCII de 7 bits; $2^6 = 64$ combinaciones o 64 caracteres base64)**
 - El texto y los ficheros incluidos en el campo DATOS del mensaje SMTP ("attachments"), se codifican, sustituyendo grupos de 6 bits del texto o fichero original por un carácter base64**

Versión de MIME
Sistema de codificación

```

From: jyaguez@fi.upm.es
To: fulano@casa.hotmail
Subject: Imagen Amoníaco
MIME-Version: 1.0
Content-Transfer-Encoding: base64
  
```

CABECERA en ASCII (7 bits)

ASCII Extendido (8 bits) (ISO LATIN-1)

CABECERA MIME
Las líneas añadidas en la CABECERA MIME declaran el contenido tipo MIME

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

Un Correo Electrónico Seguro vía SSL

Opción S/MIME (Extensiones seguras multipropósito al correo de Internet)

Cliente SMTP

Cliente IMAP4

S/MIME entre AUs extremo a extremo (firma digital, cifrado e integridad)



AUTENTICACIÓN SEGURA, POR SSL, PARA EL SERVIDOR DE SALIDA SMTP

Nombre usuario
contraseña

SSL

(CONEXIÓN AUTENTICADA SEGURA)

465



CIFRADOS

AUTENTICACIÓN SEGURA, POR SSL, PARA EL SERVIDOR DE ENTRADA IMAP4/POP3

Nombre usuario
contraseña

SSL

(eliminar el 143) **imap4: 993**

(eliminar el 110) **pop3: 995**

CON FIREWALL

Se pueden filtrar direcciones IP de clientes o no para el nº de puerto 465

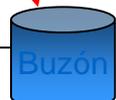
smtp

25



smtp

25

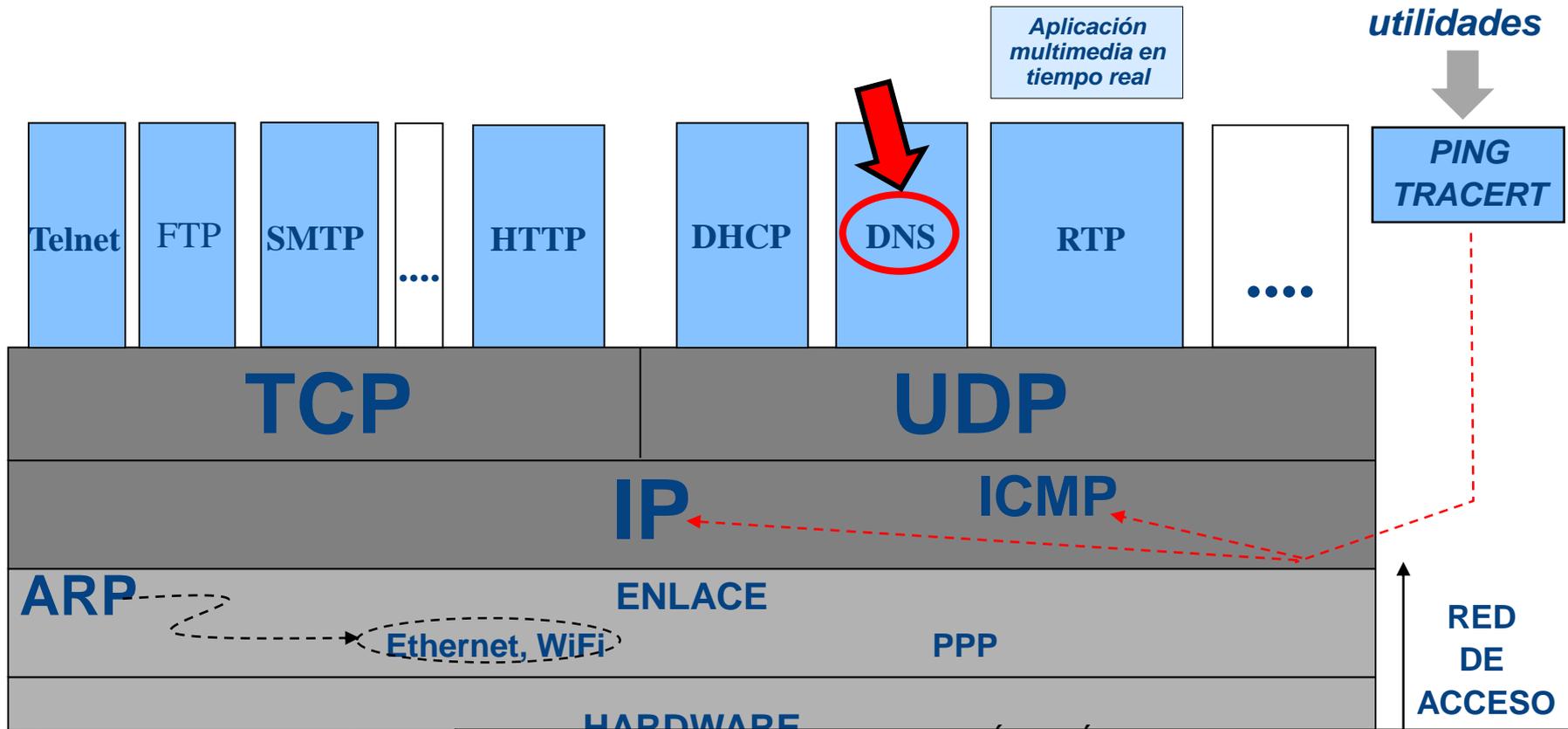


Cartagena99

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

Protocolos de Aplicación sobre UDP

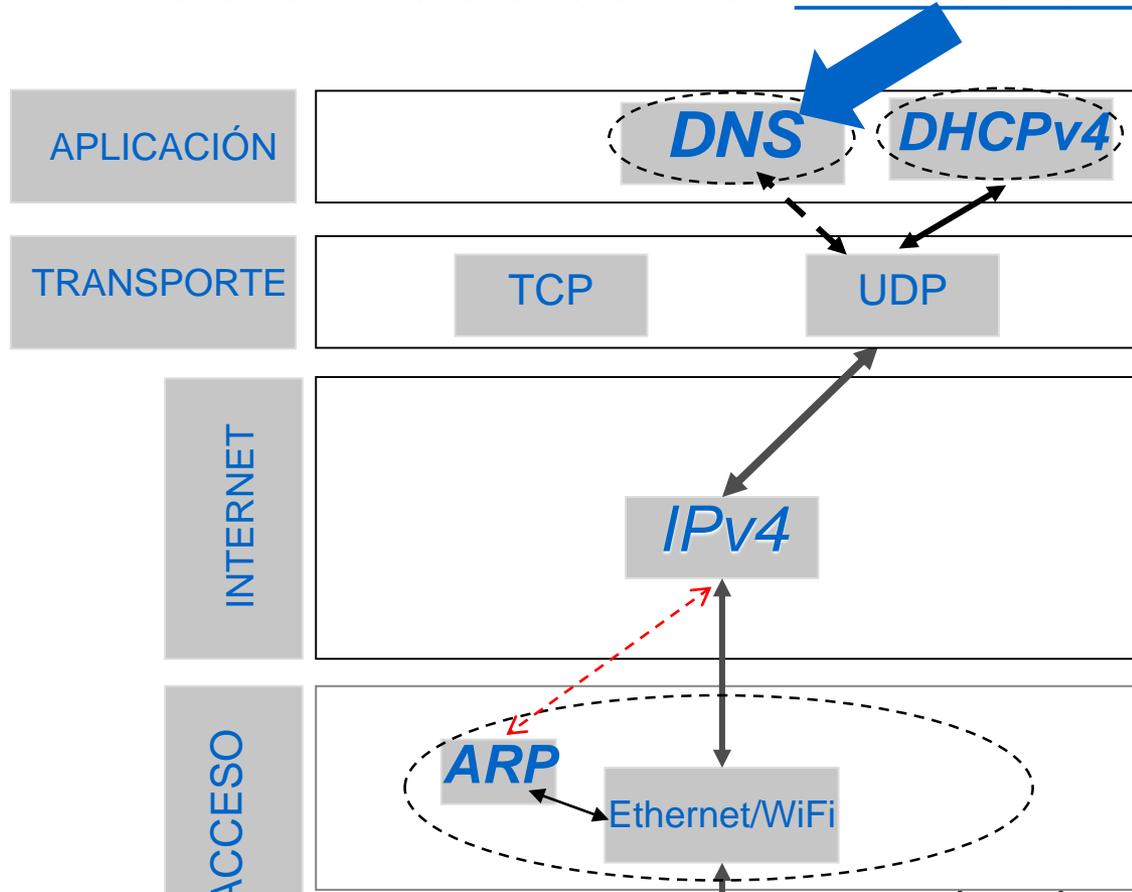


Cartagena99

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

Protocolos y Niveles TCP/IP Relacionados con el Direccionamiento IP



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

Sistema de Nombres de Dominio (DNS)

2 Componentes Principales

- 1. BASE DE DATOS DNS en Internet:** *Una BD Distribuida mediante servidores DNS de las diferentes organizaciones conectadas a Internet y que mantienen:*
 - *Registros locales con las asociaciones conocidas LOCALMENTE entre los nombres simbólicos y las direcciones numéricas de la organización correspondiente*
 - Ningún servidor DNS contiene la BD completa
 - Cada organización conectada a Internet suele disponer de su propio servidor DNS que gestiona su propia BD DNS
- 2. PROTOCOLO DNS:** *Protocolo del nivel de aplicación que sigue el modelo cliente y servidor para la RESOLUCIÓN DE NOMBRES SIMBÓLICOS en direcciones IP*

Cartagena99

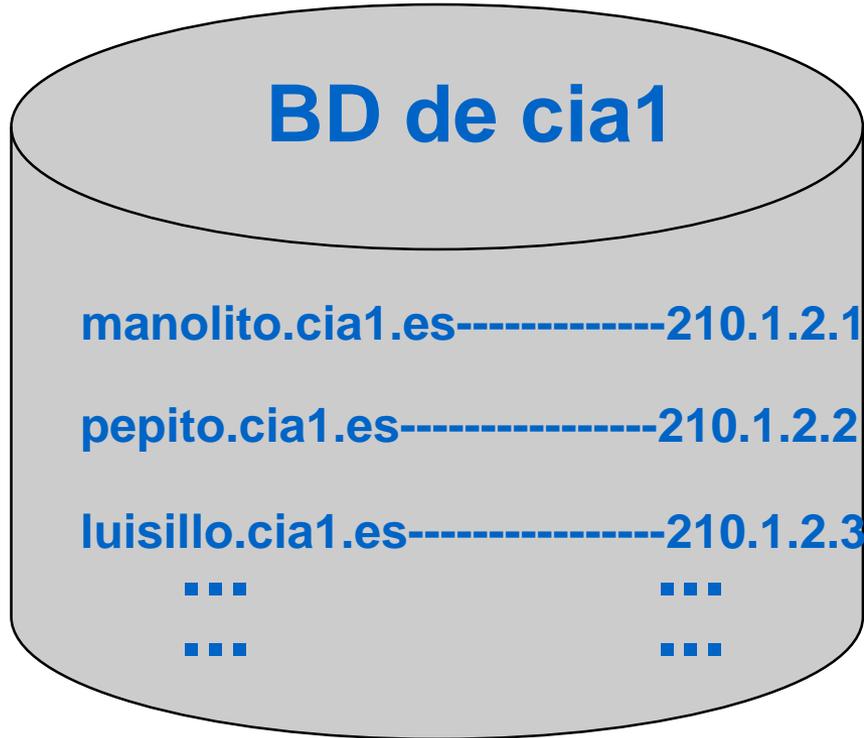
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

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

Un Ejemplo de una BD DNS Local gestionada por su propio Servidor DNS

Servidor DNS

- Cada organización conectada a Internet suele disponer de su propio servidor DNS que gestiona su BD DNS local
- Ningún servidor DNS contiene la BD completa
- BD DNS es una BD distribuida



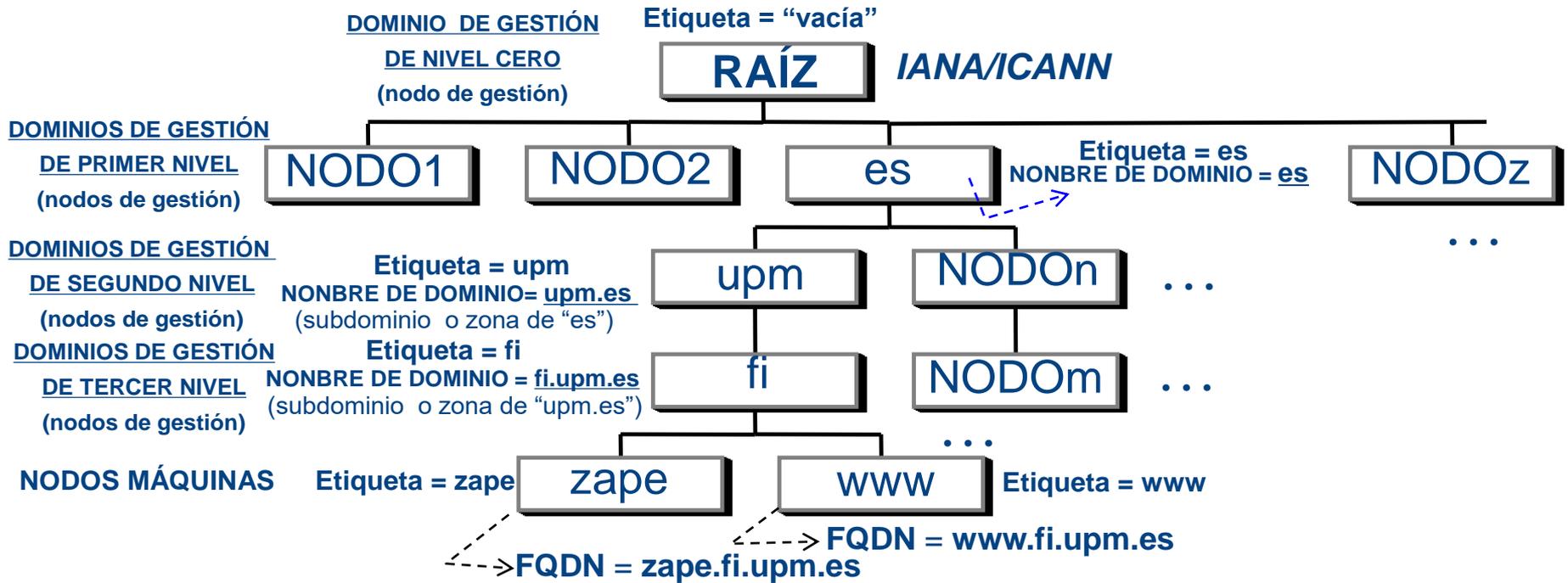
Internet

Cartagena99

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

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

La BD DNS en Internet se representa mediante una ESTRUCTURA JERÁRQUICA (ÁRBOL) DE DOMINIOS o NIVELES DE GESTIÓN



DOMINIO DE GESTIÓN = ORGANIZACIONES QUE DISPONEN DE UN SERVER DNS QUE GESTIONA SU BD DNS LOCAL

ÁRBOL = Nodos de Gestión (organizaciones con Servidor DNS local) + **Nodos Máquinas**

▪ Cada **NODO DE GESTIÓN** dispone de una **ETIQUETA** (nombre simbólico) y un **NOMBRE DE DOMINIO** (secuencia de etiquetas)

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

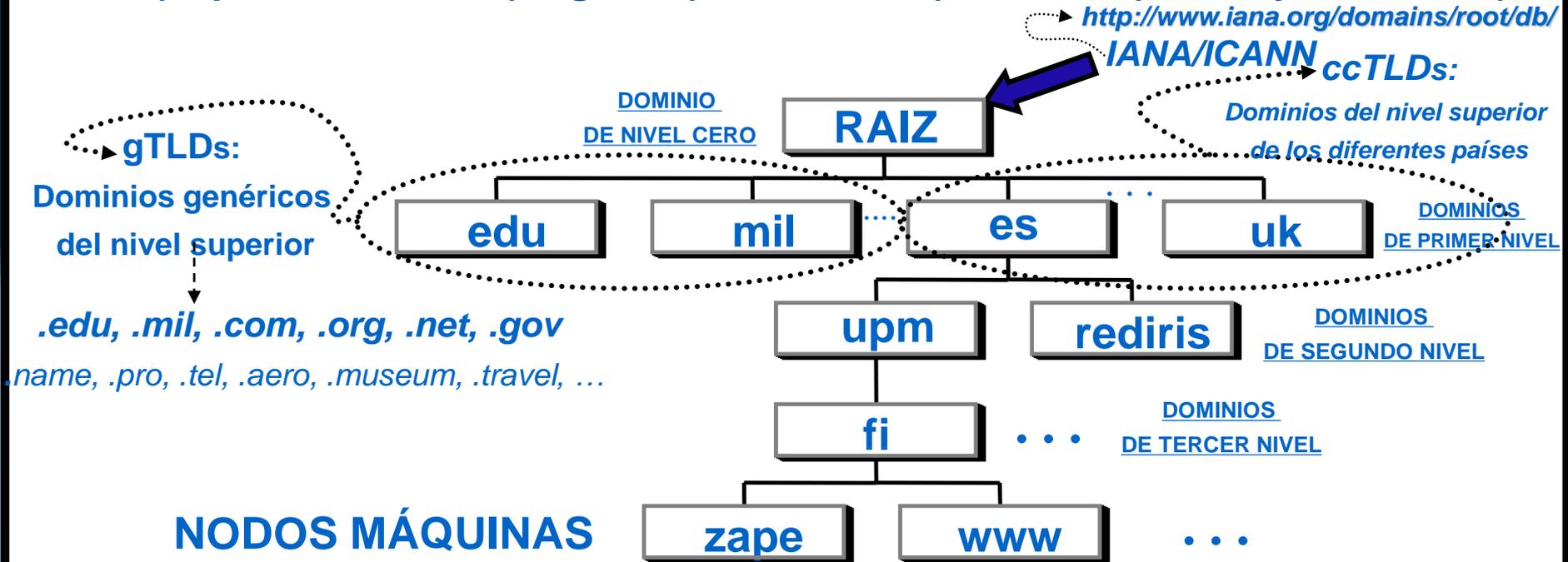
Cartagena99

EJEMPLO DE DOMINIOS DE GESTIÓN DE PRIMER NIVEL o TOP LEVEL DOMAINS (TLDs)

EL DOMINIO DE GESTIÓN DE PRIMER NIVEL, SE CORRESPONDE CON LOS DOMINIOS TOP LEVEL o TLDs distribuidos en:

TLDs Genéricos + TLDs países

TLDs (Top Level Domain) = gTLD (Generic TLD) + ccTLD (Country Code TLD)



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

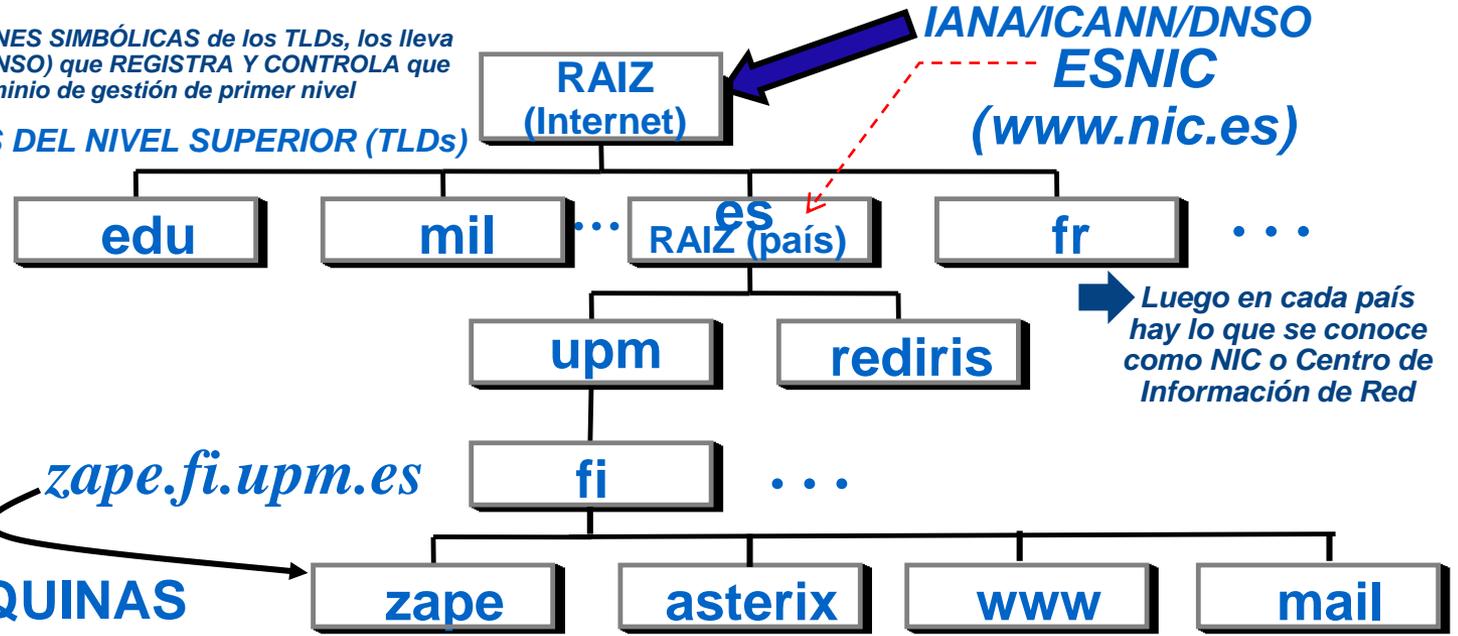
REGISTROS DE DIRECCIONES SIMBÓLICAS

IANA, NIC (Network Information Center), Agentes Registradores y Nuevos Dominios

Los registros de las DIRECCIONES SIMBÓLICAS de los TLDs, los lleva a cabo el IANA (IANA-ICANN-DNSO) que REGISTRA Y CONTROLA que no haya TLDs iguales en el dominio de gestión de primer nivel

DOMINIOS GENÉRICOS DEL NIVEL SUPERIOR (TLDs)

DOMINIOS DE GESTIÓN DE PRIMER NIVEL (nodos de gestión)



NODOS MÁQUINAS

- Agentes Registradores acreditados por ESNIC/IANA-ICANN:
- Registros de nombres simbólicos de primer nivel (x.es, x.com,

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 Sistema DNS componentes

El Protocolo DNS

Protocolo soporte de otros protocolos o aplicaciones

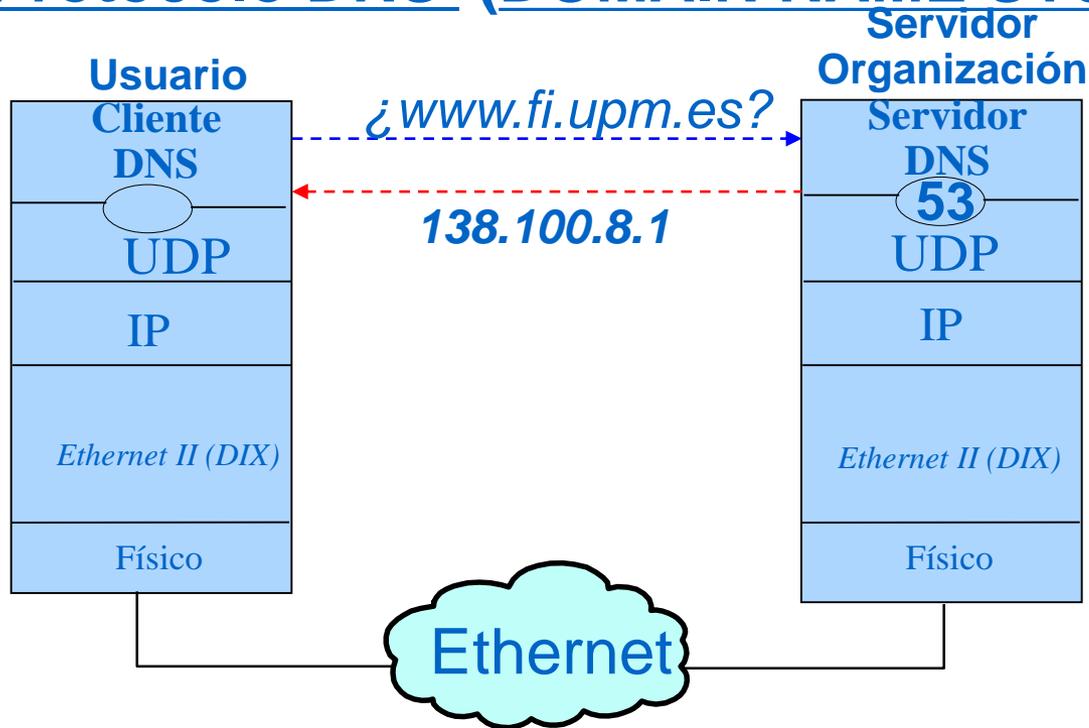
Resolución de Nombres de Dominio

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 Protocolo DNS (DOMAIN NAME SYSTEM)



▪ **Protocolo del nivel de aplicación que sigue el modelo cliente y servidor para la RESOLUCIÓN DE NOMBRES DE DOMINIO en direcciones numéricas**

- ✓ Los programas cliente y servidor se pueden dividir en dos categorías
 - Protocolos que pueden ser usados directamente por el usuario: *HTTP, SMTP, etc.*
 - Protocolos como DNS que, a su vez, da soporte, a otros protocolos o aplicaciones como *HTTP y SMTP* entre otros.

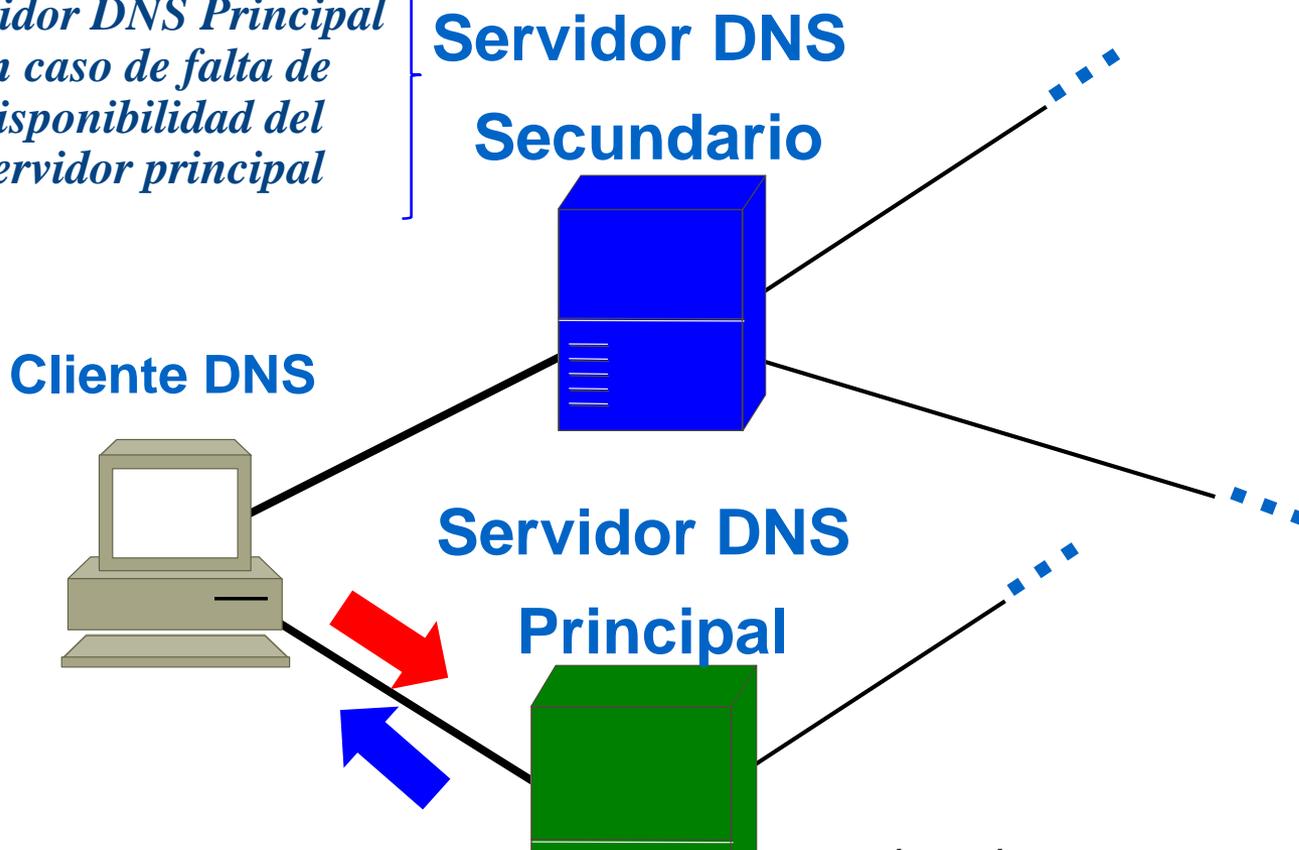
Cartagena99

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

Dos Tipos de Servidores DNS

Puede convertirse en un Servidor DNS Principal en caso de falta de disponibilidad del servidor principal

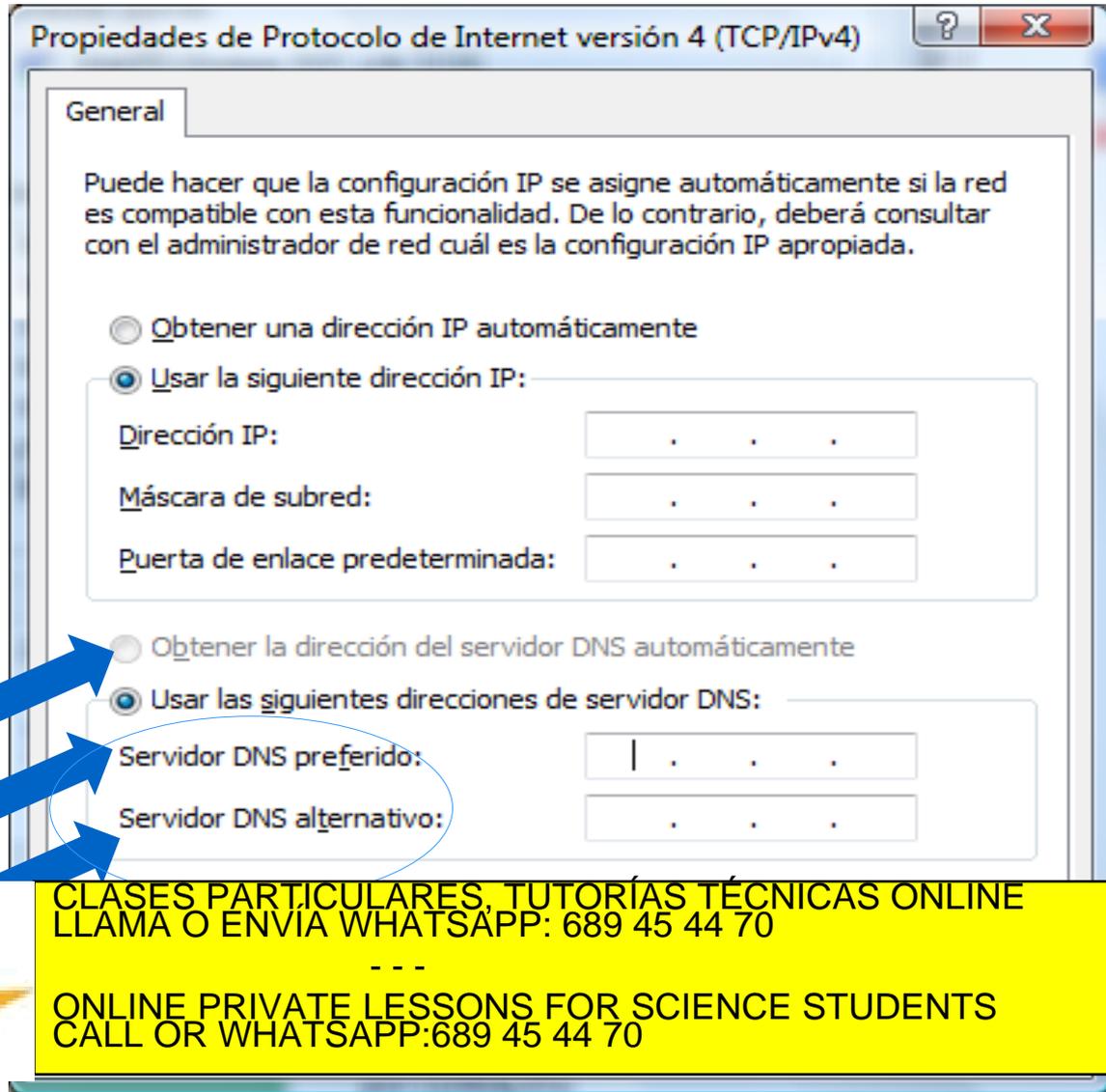


Cartagena99

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

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

Configuración de los Servidores DNS



Por DHCP

“A mano”

Cartagena99

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

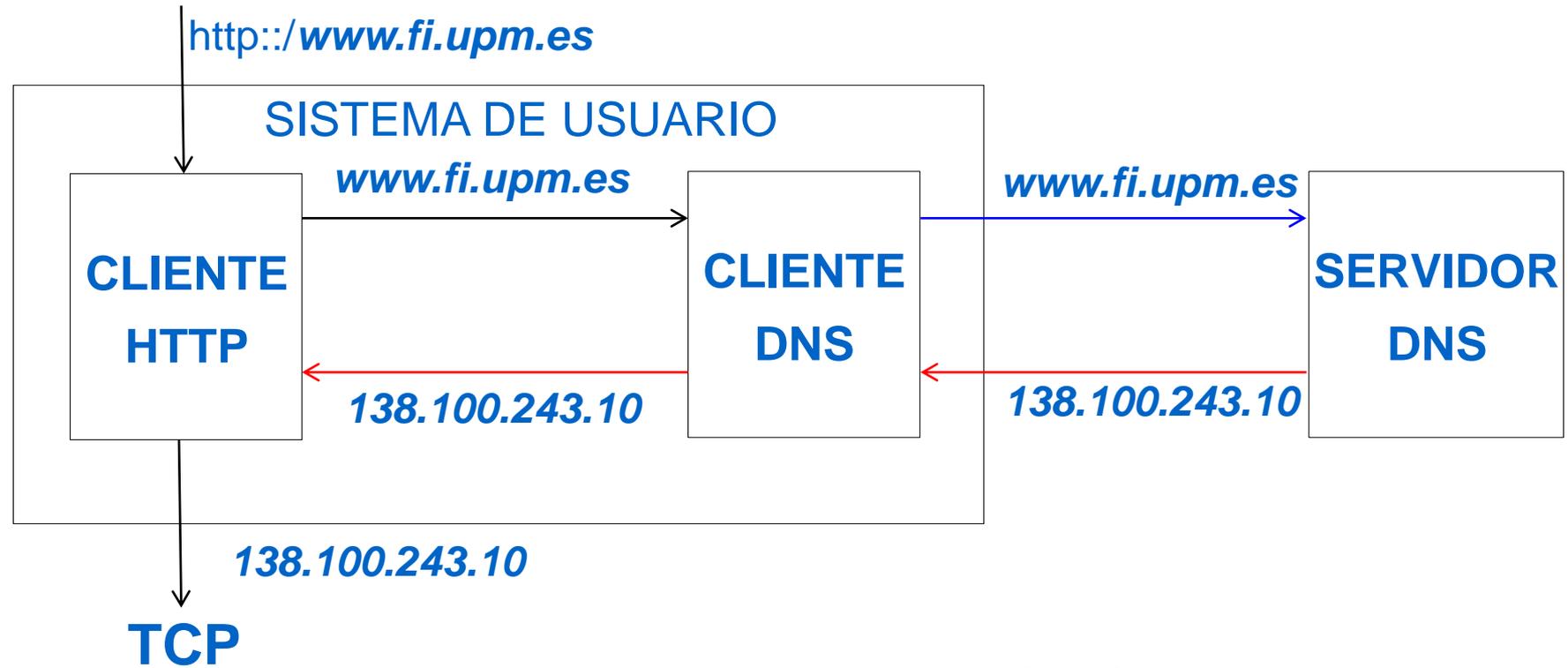
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Ejemplo de Uso del Servicio DNS Solicitado Previamente por HTTP

Protocolo DNS da soporte, a otros protocolos o aplicaciones como HTTP y SMTP entre otros

La resolución de nombres se hace de forma transparente por las aplicaciones del cliente

USUARIO



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

Un Ejemplo de Resultado Final previa Consulta al Sistema DNS

(cuando se pasa al cliente HTTP una dirección simbólica)

http://www.fi.upm.es

NOMBRE DE DOMINIO

Servidor DNS



2

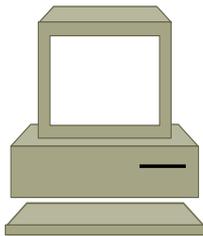
Cliente DNS

1

www.fi.upm.es
Cliente DNS

Servidor DNS

Cliente HTTP



3

138.100.8.1
Servidor DNS

http://138.100.8.1
Cliente HTTP

Servidor Web



4

Servidor HTTP

Página Web



En una transacción Web el primer paso

Cartagena99

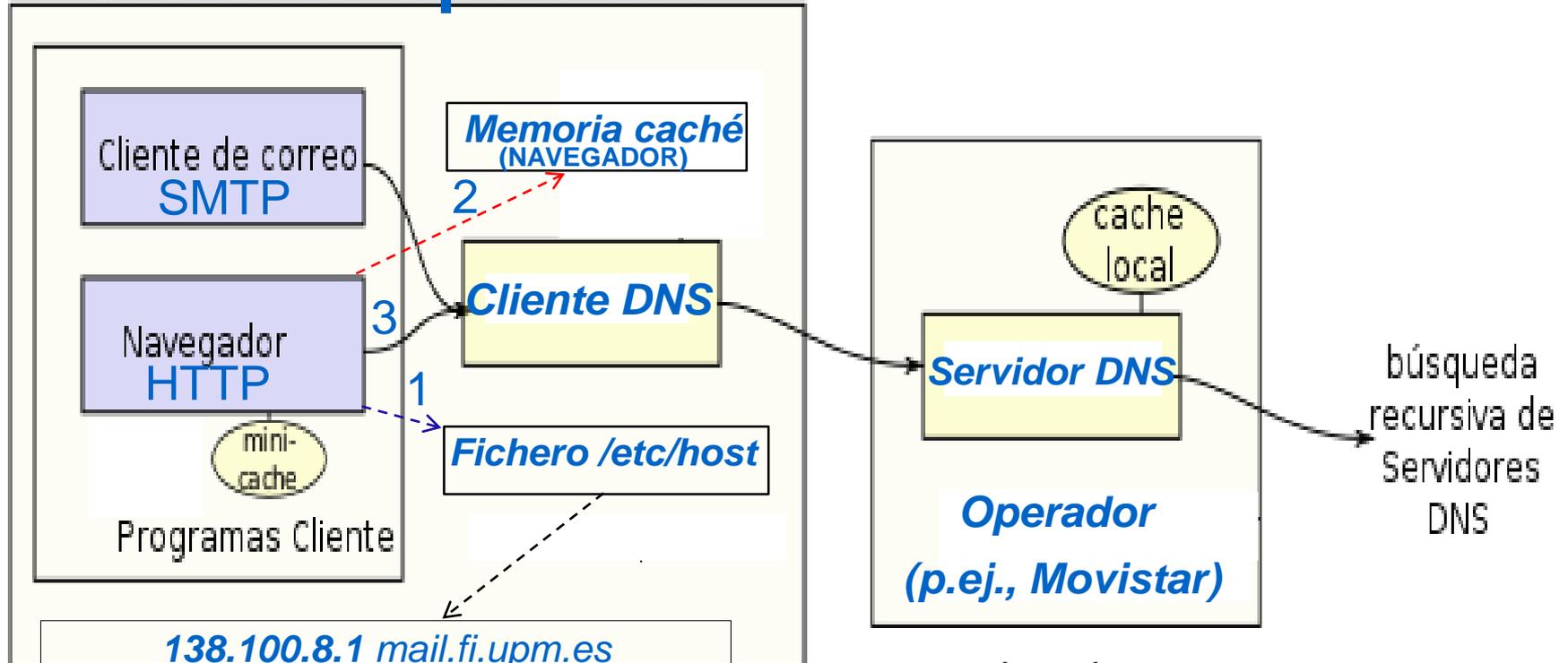
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

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

Para Evitar un Excesivo Tráfico por la Red, existen unas Interacciones Previas al Servicio DNS

Antes de lanzar el cliente DNS y dependiendo del SO, hay unas interacciones previas para evitar mandar un mensaje DNS por la red

SISTEMA DE USUARIO Sistema Operativo



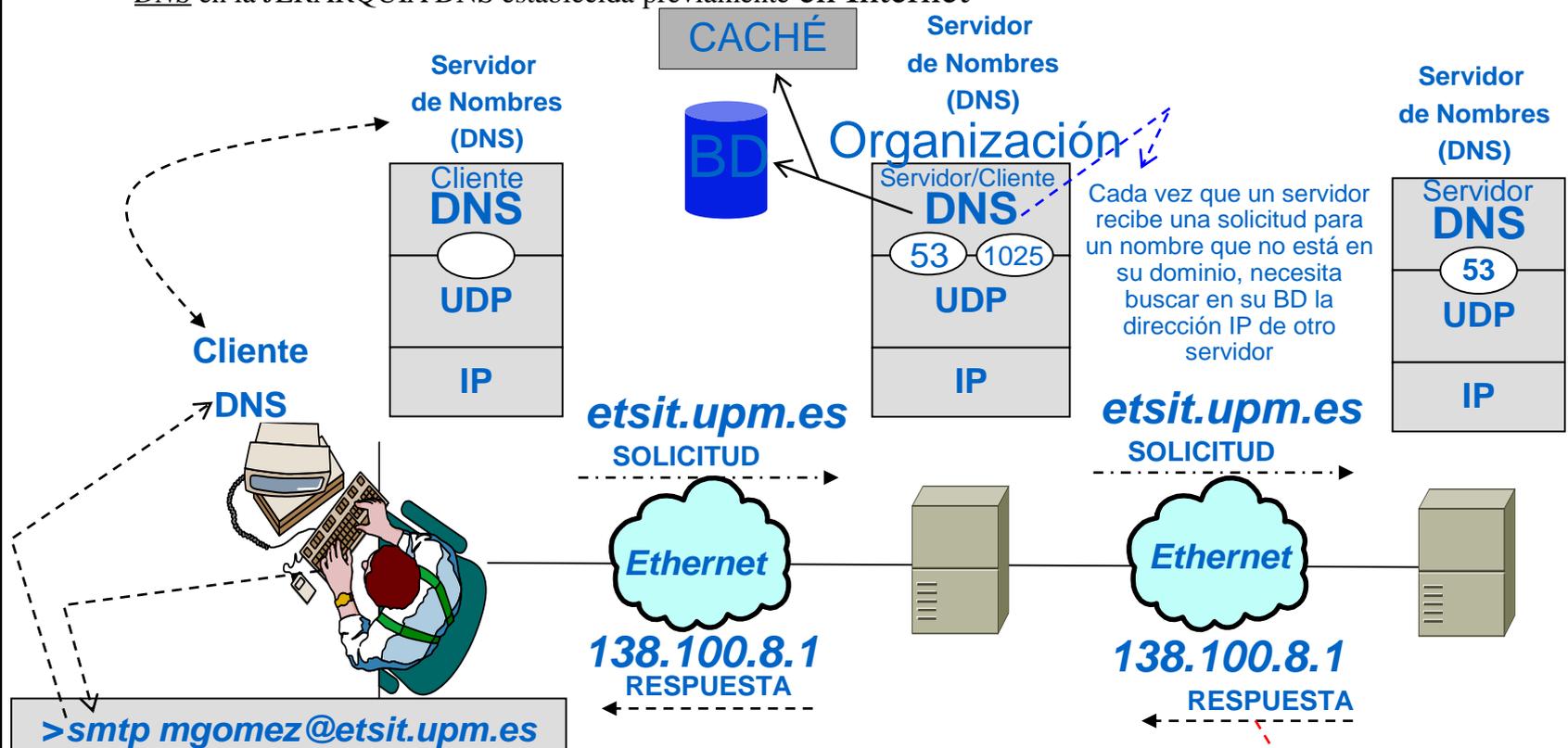
Cartagena99

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

Un Ejemplo de Resultado Final previa Consulta al Sistema DNS

- **Un cliente DNS** comienza resolviendo un **Nombre de Dominio**, interrogando a su servidor DNS
- *Si un servidor DNS no tiene la RESOLUCIÓN SIMBÓLICA-NUMÉRICA solicitada, se convierte en cliente de otro servidor DNS en la JERARQUÍA DNS establecida previamente en Internet*



Cada vez que un servidor recibe una solicitud para un nombre que no está en su dominio, necesita buscar en su BD la dirección IP de otro servidor

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

enviaria al cliente

Cartagena99

El Sistema DNS

Tipos de Traducciones

o Resoluciones

Cartagena99

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

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

Dos Tipos de Traducciones o Resoluciones DNS

1. Recursiva

- *Generalmente a petición del cliente*

2. Iterativa

- *Generalmente a petición del servidor*

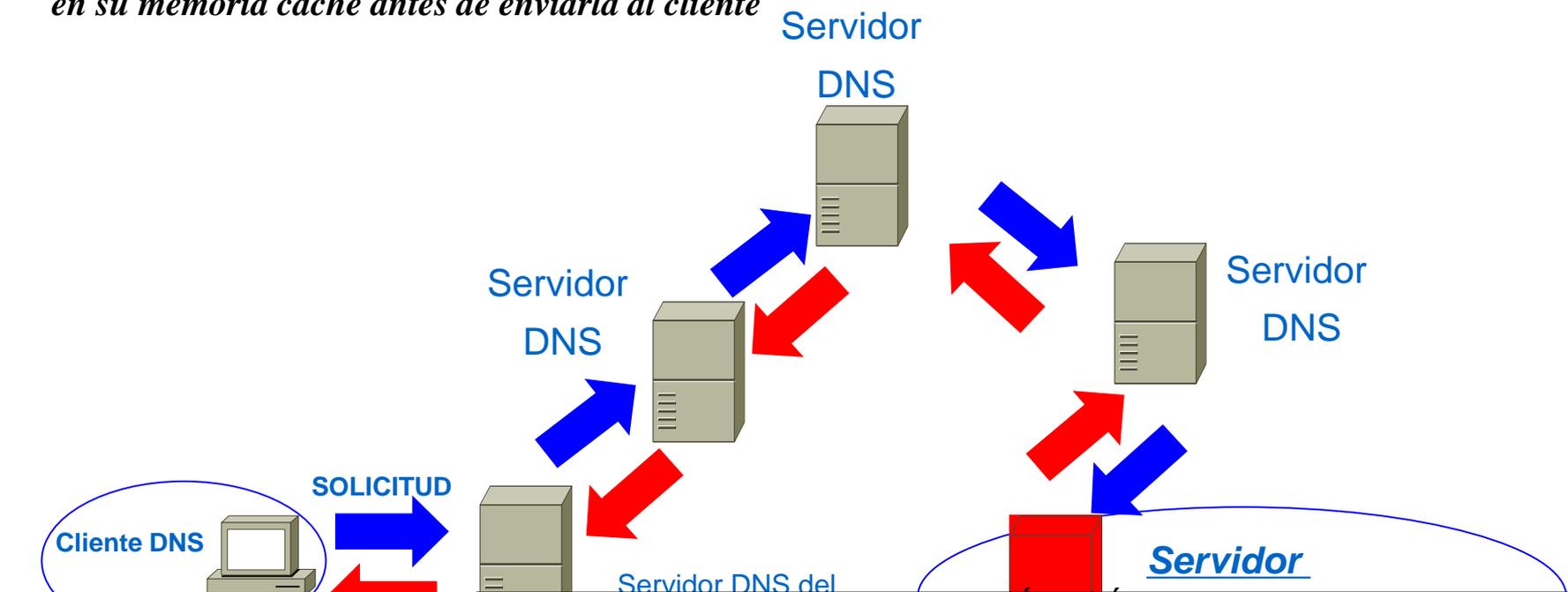
Cartagena99

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

Traducciones DNS Recursivas

- Un cliente DNS comienza resolviendo un Nombre de Dominio, interrogando a su servidor DNS
- Si un servidor DNS no tiene la **RESOLUCIÓN SIMBÓLICA-NUMÉRICA** solicitada, se convierte en cliente de otro servidor DNS en la JERARQUÍA DNS establecida previamente en Internet
- Cuando un servidor solicita una traducción a otro y recibe la respuesta, almacena esta información en su memoria caché antes de enviarla al cliente



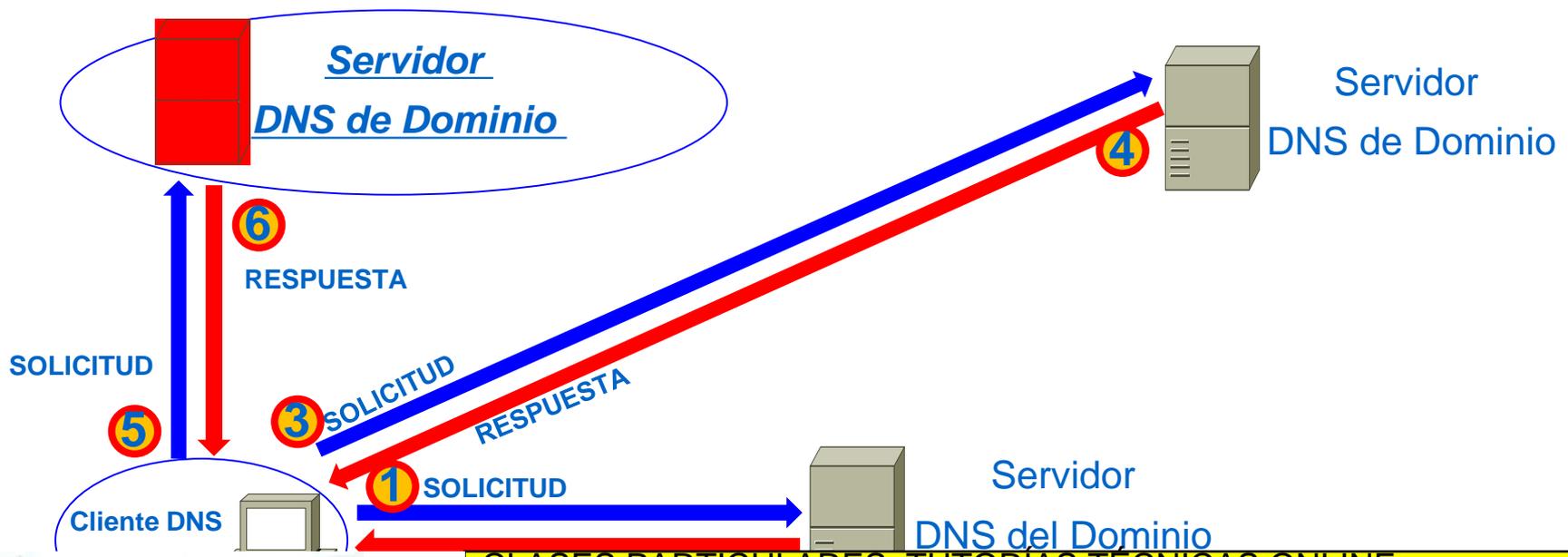
Cartagena99

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

Traducciones DNS Iterativas

La traducción puede hacerse de forma iterativa a **PETICIÓN DEL SERVIDOR** que devuelve al cliente la dirección IP del servidor que cree que puede resolver el nombre



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

El Sistema DNS

Registros DNS

Cartagena99

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

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

Contenido de un Registro DNS: 5 ATRIBUTOS en ASCII

NOMBRE DE DOMINIO (FQDN)	TTL	CLASE	TIPO	DATOS
mail.fi.upm.es	84600 (24h)	IN	A	138.100.8.1

- **FQDN:** Clave primaria de búsqueda = NOMBRE SIMBÓLICO del equipo + NOMBRE DE DOMINIO de la organización de dicho equipo
- **TTL:** Tiempo de Vida del Registro en segundos
- **CLASE:** La clase puede ser **IN (relacionada con los protocolos de Internet)**, o **CH** (para un sistema no relacionado con Internet)
- **TIPO:** Tipo de recurso descrito por el registro
- **DATOS:** Datos relacionados con el registro. Aquí se encuentra la

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



Contenido del Campo Tipo: A

NOMBRE DE DOMINIO (FQDN)	TTL	CLASE	TIPO	DATOS
zape.fi.upm.es	3600 (1h)	IN	A	138.100.8.1
mail.fi.upm.es	3600	IN	A	138.100.243.11
www.fi.upm.es	86400 (24h)	IN	A	138.100.243.10

- **TIPO**: Tipo de recurso descrito por el registro
 - **A**: **Registro que hace corresponder el FQDN con la dirección IP**

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

Contenido de un Registro DNS: PTR

NOMBRE DE DOMINIO	TTL	TIPO	CLASE	DATOS
1.8.100.138.in-addr.arpa	3600	IN	PTR	zape.fi.upm.es

- **TIPO**: Tipo de recurso descrito por el registro
 - **PTR**: Puntero a un FQDN. *Permite realizar búsquedas inversas y obtener un FQDN a partir de una dirección IP*
 - *P.ej., nslookup 138.100.8.1*

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

Contenido del Campo Tipo: CNAME

NOMBRE DE DOMINIO	TTL	CLASE	TIPO	DATOS
fi.upm.es (alias)	86400	IN	CNAME	www.fi.upm.es
www.fi.upm.es (FQDN)	86400	IN	A	138.100.243.10

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

Contenido del Campo Tipo: MX

NOMBRE DE DOMINIO (FQDN)	TTL	CLASE	TIPO	DATOS
mail.fi.upm.es	3600	IN	MX	1 mx.fi.upm.es
mail.fi.upm.es	3600	IN	MX	2 mx1.fi.upm.es
mx.fi.upm.es	3600	IN	A	138.100.0.1
mx1.fi.upm.es	3600	IN	A	138.100.0.2

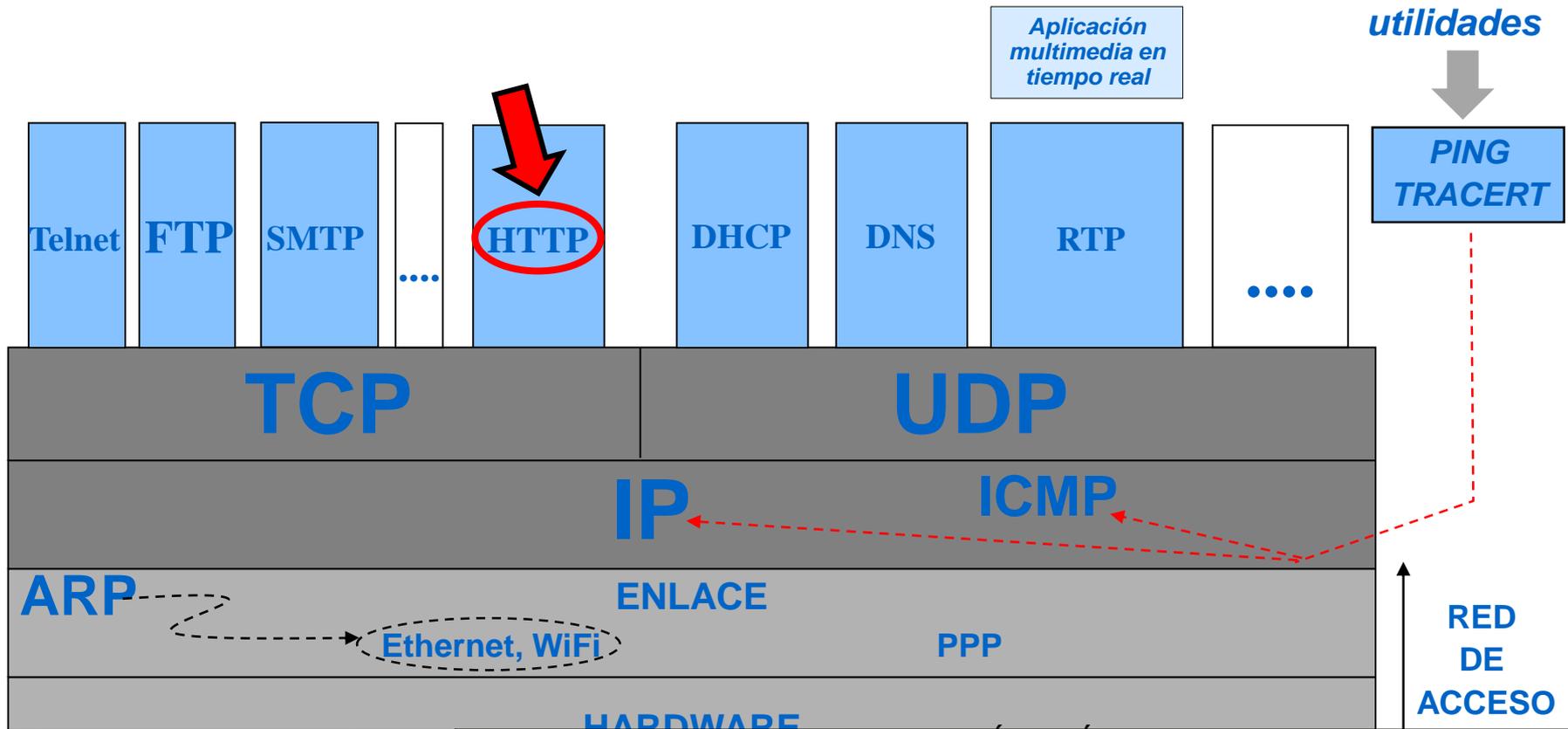
- **TIPO:** Tipo de recurso descrito por el registro
 - **MX (Mail eXchange): Registro del Servidor de Intercambio de Correo.** Cuando un usuario envía un correo electrónico a una dirección (user@domain), el servidor de correo saliente interroga al servidor de nombre de dominio con autoridad sobre el dominio para obtener el registro MX. **Pueden existir varios registros MX** por dominio, para así suministrar una repetición en caso de fallos en el servidor principal de correo electrónico. De este modo, *el registro MX permite definir una prioridad con un valor entre 0 y 65.535*



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

Protocolos de Aplicación sobre TCP



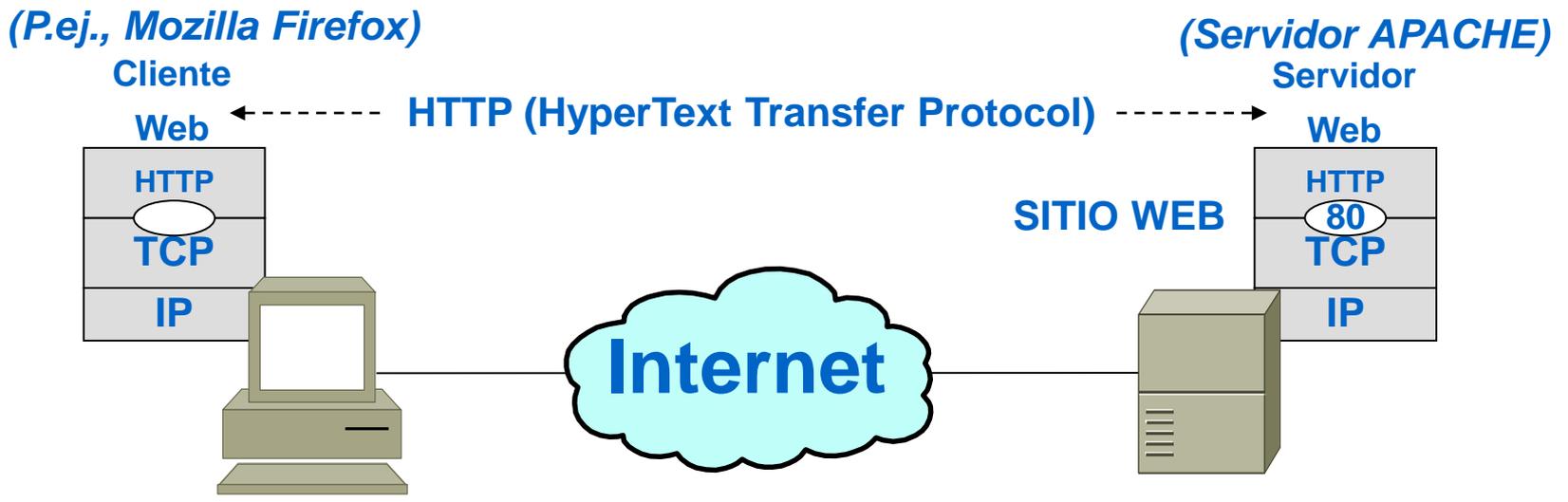
Cartagena99

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

HTTP (HyperText Transfer Protocol)

PROTOCOLO de PRESENTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE INFORMACIÓN EN INTERNET



- *Para descargar desde un cliente HTTP o navegador (Mozilla Firefox, Safari, Google Chrome, Internet Explorer, etc.) cualquier tipo de fichero*

Cartagena99

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

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

APACHE

Típico Servidor Web en Internet (85,5%)

- Implementación LIBRE de un Servidor Web/HTTP (protocolo HTTP 1.1) de CÓDIGO ABIERTO MULTIPLATAFORMA PARA CUALQUIER KERNEL
 - Unix (BSD, GNU/Linux, etc.), Microsoft Windows, OS X y otras, que implementa el protocolo HTTP/1.1
 - El servidor Apache se desarrolla dentro del proyecto HTTP Server (httpd) de la Apache Software Foundation
 - Configurable fácilmente para sus distintas funcionalidades (p.ej., HTTPS)
 - Número de puerto por omisión = 80
 - Reservado para el administrador de la máquina
 - Cualquier otro usuario, con cuenta en dicha máquina, que quiera disponer de su propio Servidor Web, debe arrancar dicho servidor en un número de puerto diferente al 80
 - Generalmente, *el 8080*, aunque se puede poner cualquier otro número no reservado como *el 3123, etc.*

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

Ginx (gineX)

Segundo Servidor Web en Internet (14,5 %)

- Alternativa a Apache
- *Implementación LIBRE de un Servidor Web/HTTP (protocolo HTTP 1.1) de CÓDIGO ABIERTO MULTIPLATAFORMA PARA CUALQUIER KERNEL*
- Igor Sysoev creador del [nginx Web server](#) y fundador de NGINX, Inc.

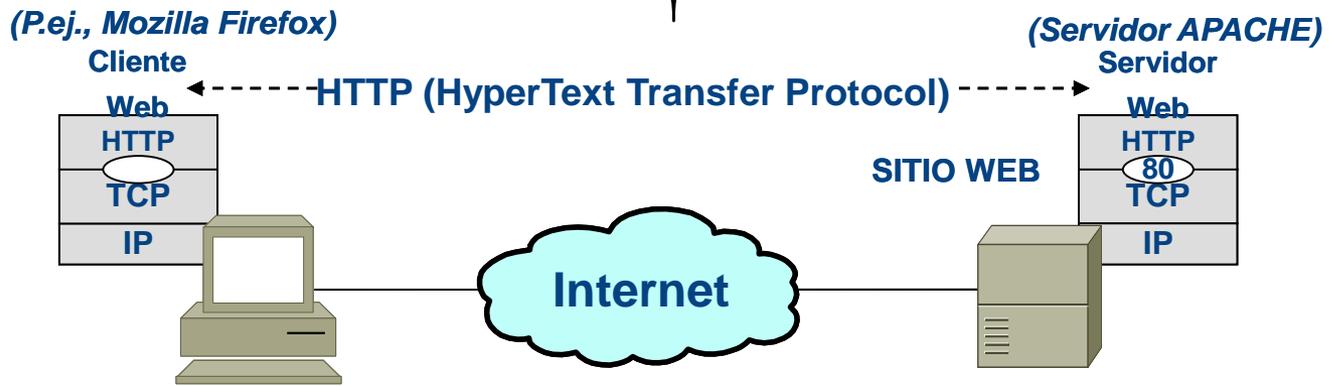
Cartagena99

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

Inicio de los Contenidos de un Servidor Web

PROTOCOLO de PRESENTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE INFORMACIÓN EN INTERNET para descargar desde un cliente HTTP o navegador (Mozilla Firefox, Safari, Google Chrome, Internet Explorer, etc.) cualquier tipo de fichero mantenido por un servidor HTTP o Servidor Web (configuración del código de libre distribución Apache o Nginx)



- LA DESCARGA DESDE EL CLIENTE DE LOS CONTENIDOS DE UN SERVIDOR WEB COMIENZA POR EL TÍPICO Fichero HTML (HyperText Markup Language) de la página Web inicial para su interpretación y visualización por un intérprete HTML en el cliente HTTP o NAVEGADOR

✓ index.html o default.html el cual dispone de texto e hiperenlaces (enlaces HTTP) LOCALES o REMOTOS a:

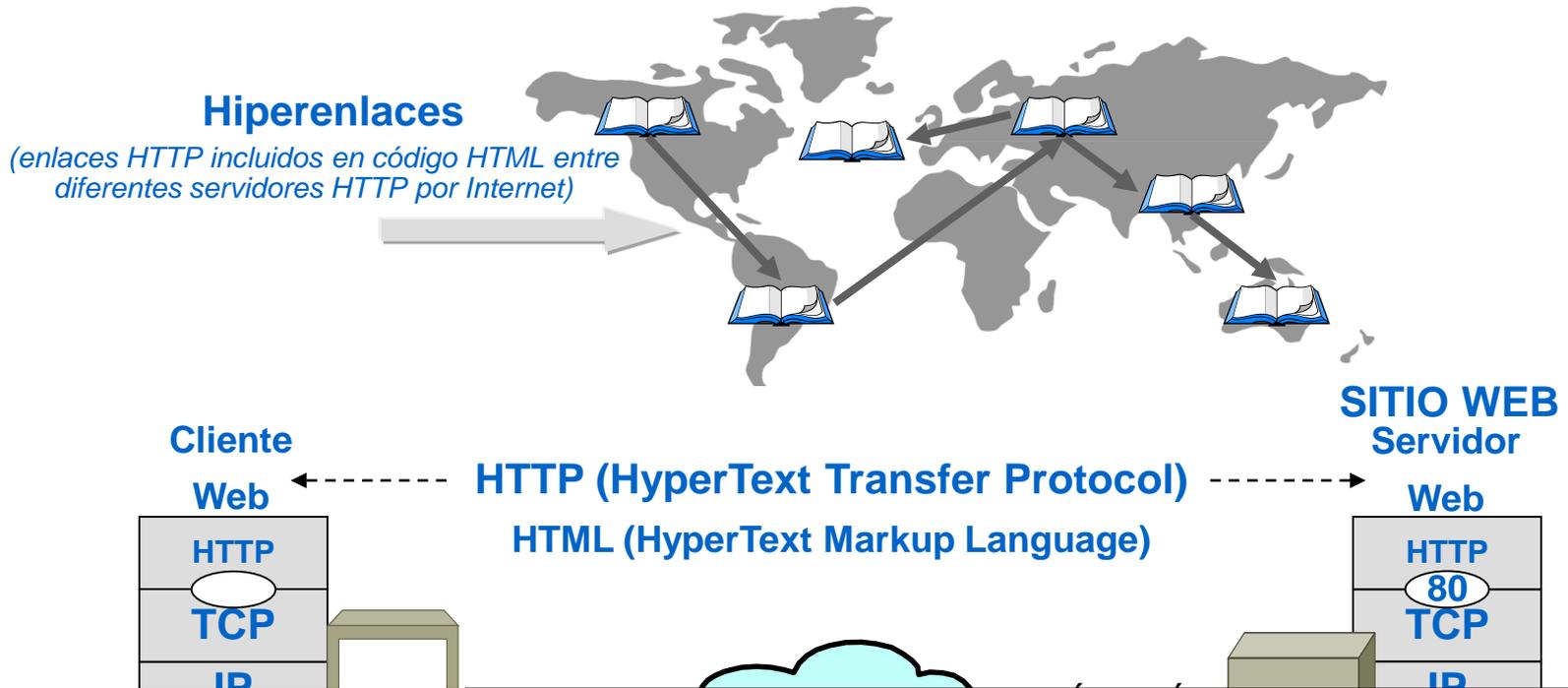
Cartagena99

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

HTTP (HyperText Transfer Protocol)

El protocolo HTTP PERMITE, POR EXTENSIÓN, UN SERVICIO DISTRIBUIDO (*WORLD WIDE WEB = WWW = WEB = TELARAÑA*) DE INFORMACIÓN MEDIANTE UN SISTEMA DISTRIBUIDO DE SERVIDORES WEB ENLAZADOS a través de HIPERENLACES (enlaces HTTP)



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

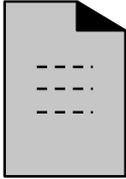
Ejemplo de Servidores Web enlazados vía Hiperenlaces

Cliente Web o Cliente HTTP
o navegador (browser)



Internet Explorer,
Mozilla Firefox, Google
Chrome, Safari, etc.

Página
Web "A"



Sitio "A"

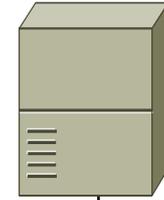


Servidor
Web
o Servidor
HTTP

Página
Web "B"



Sitio "B"



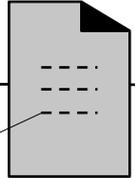
Servidor
Web
o Servidor
HTTP

Solicitud

HTTP

El protocolo HTTP se
trae, previa solicitud,
una copia del código
HTML de la página Web
para su interpretación y
visualización en el
cliente Web

Página
Web "A"



Intérprete
HTML

SITIO WEB ENLAZADO

Solicitud

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 Localizador Uniforme de Recursos o Formato URL (*Uniform Resource Locator*)

- *Para que el protocolo HTTP localice en Internet un determinado fichero (objeto o recurso) mantenido por un determinado servidor HTTP o servidor Web, se utiliza un FORMATO conocido como URL que consta de 4 parámetros*
- *protocolo://máquina:puerto/ruta*
 - *protocolo: HTTP*
 - *máquina: Alias o dominio del sitio Web (generalmente, comienza por www) o dirección IP*
 - *En una transacción Web el primer paso consiste en traducir el nombre simbólico del servidor en una dirección IP vía un servidor DNS*
 - *puerto: Número entero que identifica al proceso servidor (campo opcional, si no aparece se asume que es el 80)*

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

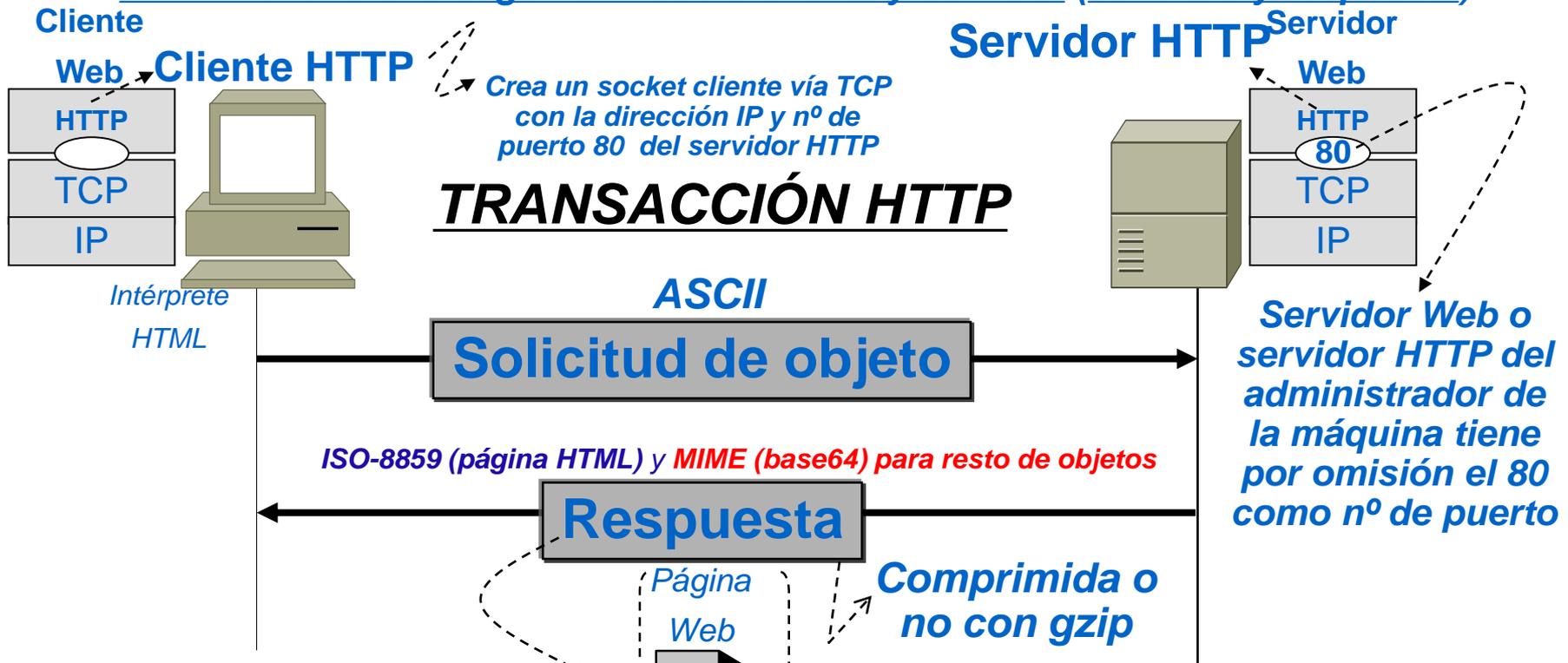
Protocolo HTTP 2.0 (HyperText Transfer Protocol) o Protocolo de Transferencia de Hipertexto versión 2.0

RFC-2616/RFC-7230 al RFC-7235



HTTP versión 2.0 es la versión actual del protocolo HTTP en Internet

HTTP 2.0 funciona según el modelo cliente y servidor (solicitud y respuesta)



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

Características de HTTP 2.0

- PERSISTENTE
- CON PIPELINING
- SIN ESTADO

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

Características de HTTP 2.0

■ PERSISTENTE:

- *Permite descargar dos o más o ficheros por una única conexión TCP*
 - *En HTTP 1.0 sólo se podía enviar un fichero en una conexión TCP*

■ Con PIPELINING (con “tubería”)

- Por omisión en HTTP 2.0
- *Permite enviar una solicitud de fichero sin esperar el fichero de la solicitud anterior, es decir, enviar tantas solicitudes, sin esperar a los objetos de invocaciones previas, como objetos o ficheros haya referenciados en el código HTML*
 - Un solo RTT para todas las referencias

■ Sin PIPELINING (sin “tubería”)

- *El cliente envía una nueva solicitud sólo cuando ha recibido el objeto de la anterior solicitud*

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

Características de HTTP 2.0

- **SIN ESTADO:** *El servidor HTTP NO mantiene el estado o la información sobre las solicitudes o acciones (historial o huella) de los clientes HTTP al cerrarse la conexión TCP. Para mantener el estado, el programador de la aplicación Web tendrá que gestionar el estado fuera o por encima de HTTP en base a*
 - **Cookies (“galletas”):** *Ficheros de texto o fragmentos de información (trozos de datos) diferentes que contienen las acciones del usuario para cada servidor Web visitado y que se almacenan en el disco duro del cliente (visitante de una página Web), a través de su navegador, a petición del servidor Web. Esta información puede ser recuperada luego por el servidor en posteriores visitas para diferenciar usuarios y actuar de diferente forma dependiendo del usuario.*
 - **Usos frecuentes:**
 - **Control de usuarios:** *Cuando un usuario introduce su nombre de usuario y contraseña, se almacena una cookie para que no tenga que estar introduciéndolas por cada página del servidor*
 - **Seguimientos de usuarios:** *Estadísticas de usos, aficiones, cestas virtuales de compras, etc.*
 - **Personalización del sitio Web en función de los hábitos o preferencias del usuario:**

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

EJEMPLO DE HTTP 2.0 PERSISTENTE

Se pueden enviar multiples ficheros por una única conexión TCP

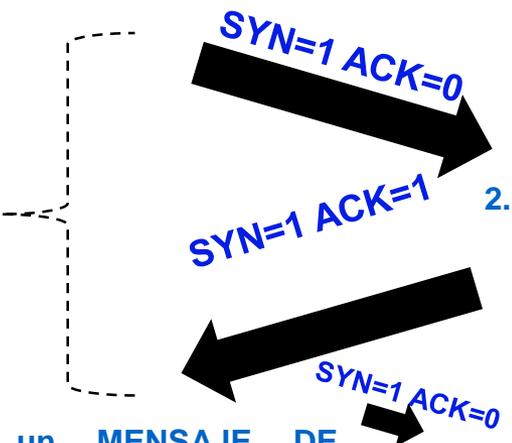
El usuario introduce el URL: www.periodico.es/deportes/index.html

TCP es un servicio orientado a conexión: 3 FASES

1. Cliente HTTP obtiene un nº de puerto, se conecta a TCP y solicita que establezca una conexión con el socket remoto

(o default.html) contiene la página Web inicial o fichero HTML inicial con texto y 10 referencias a imágenes jpg

FASE I (TCP): ESTABLECIMIENTO DE LA CONEXIÓN TCP
(entre el socket del cliente y el socket del servidor)
(3 pasos)



2. Servidor HTTP en www.periodico.es que está a la espera de conexiones TCP en el puerto 80, "ACEPTA" la conexión

3. Cliente HTTP envía un MENSAJE DE SOLICITUD (conteniendo el URL) EN FASE DE TRANSFERENCIA DE DATOS

Se pueden enviar "n" ficheros por la misma conexión sin necesidad de cerrarla

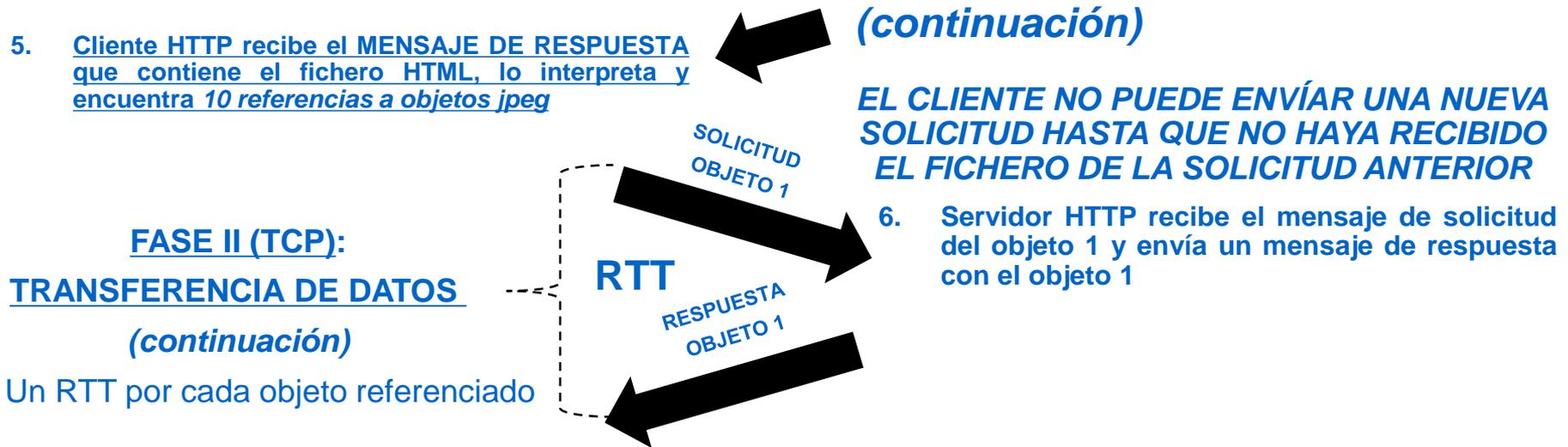
4. Servidor HTTP recibe el mensaje de solicitud, y envía el MENSAJE DE RESPUESTA que

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

EJEMPLO DE HTTP 2.0 PERSISTENTE SIN PIPELINING



**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**

LIBERACION DE LA CONEXION

EJEMPLO DE HTTP 2.0 PERSISTENTE CON PIPELINING

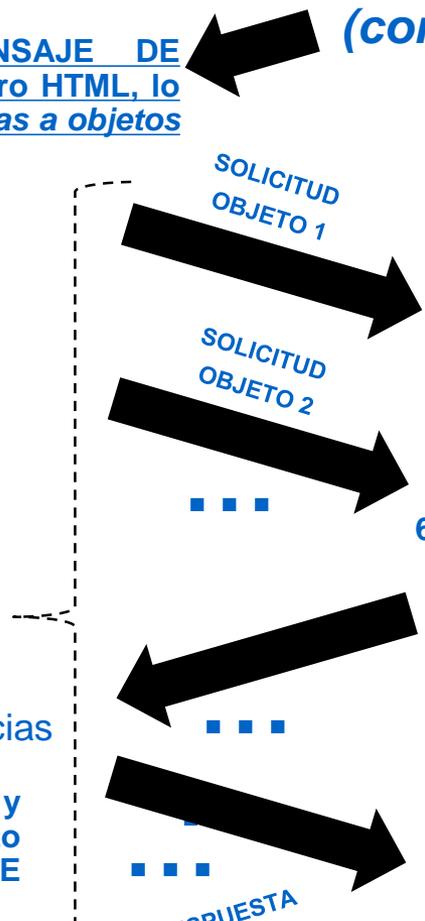
5. Cliente HTTP recibe el MENSAJE DE RESPUESTA que contiene el fichero HTML, lo interpreta y encuentra 10 referencias a objetos jpeg *(continuación)*

PERSISTENCIA CON PIPELINING:
EL CLIENTE ENVÍA SOLICITUDES TAN PRONTO ENCUENTRA UN OBJETO REFERENCIADO

FASE II (TCP):
TRANSFERENCIA DE DATOS
1 RTT

Un solo RTT para todas las referencias

7. Cliente HTTP va interpretando y visualizando cada objeto tan pronto recibe un MENSAJE DE RESPUESTA, de objeto



Se puede solicitar la descarga de un fichero sin esperar a que haya llegado el fichero de la solicitud anterior

6. Servidor HTTP va enviando un mensaje de respuesta de objeto n tan pronto recibe un mensaje de solicitud de objeto n

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

LIBERACION DE LA CONEXION

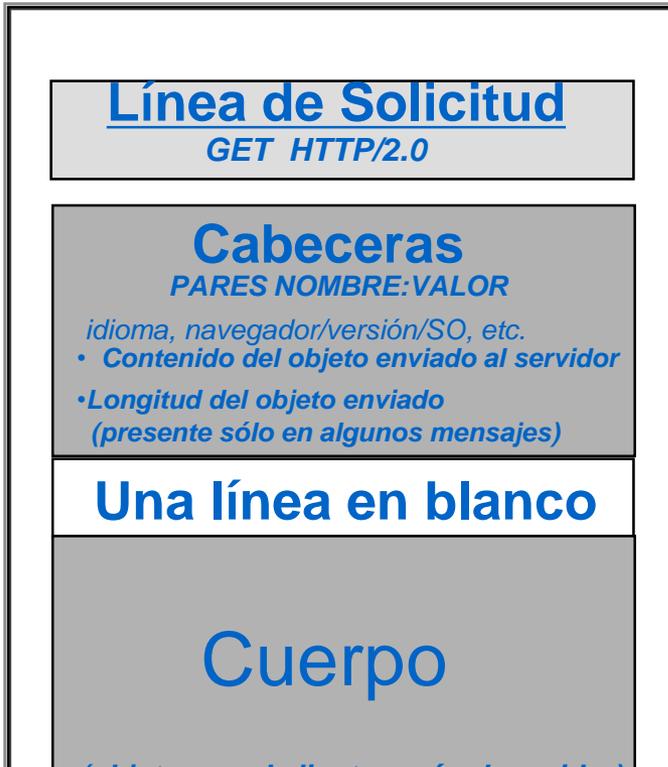


Formato de los Mensajes HTTP de Solicitud y Respuesta

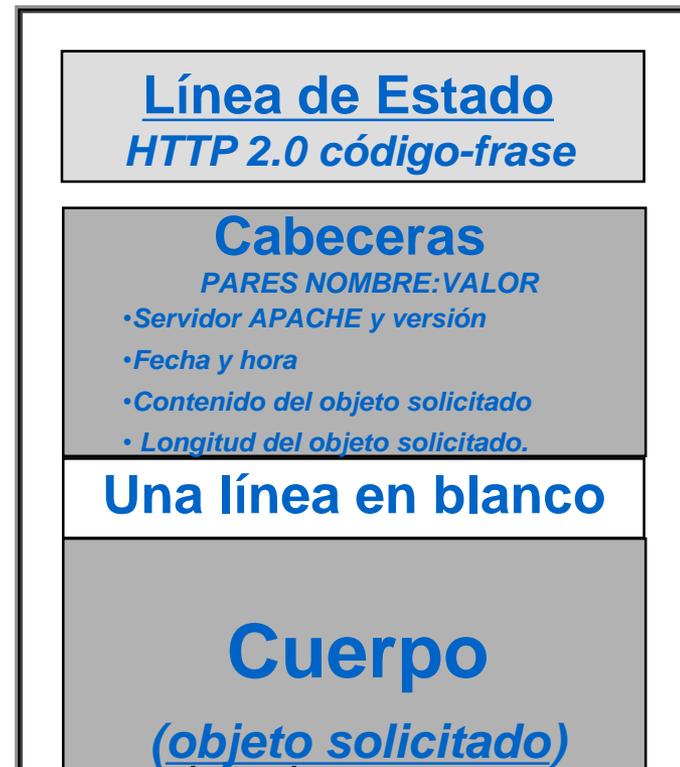
RFC-2616/RFC-7230 al RFC-7235

CABECERA DE INFORMACIÓN DE CONTROL y CAMPO DATOS o CUERPO DEL MENSAJE

Mensaje de Solicitud



Mensaje de Respuesta



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

Código de Estado Frase de Estado Mensaje de Respuesta del Servidor

- **1xx Mensajes**
Del 100 al 111 *Conexión rechazada*
- **2xx Operación con éxito**
200 OK
201-203 Información no oficial
204 Sin Contenido
205 Contenido para recargar
206 Contenido parcial
- **3xx Redirección a otro URL**
301 Mudado permanentemente
302 Encontrado
303 Vea otros
304 No modificado
- **4xx Error por parte del cliente**
400 Solicitud incorrecta
401 No autorizado
402 Pago requerido
403 Prohibido
404 No encontrado
409 Conflicto
410 Ya no disponible
412 Falló precondition
- **5xx Error del servidor**
500 Error interno
501 No implementado
502 Pasarela incorrecta



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

soportada

Ejemplo de un Diálogo HTTP

- Para obtener un recurso vía formato **URL**
 - `http://www.miapache.com/index.html`

Se abre una conexión al **host** `www.miapache.com` vía **puerto 80** (puerto, por omisión, para HTTP)

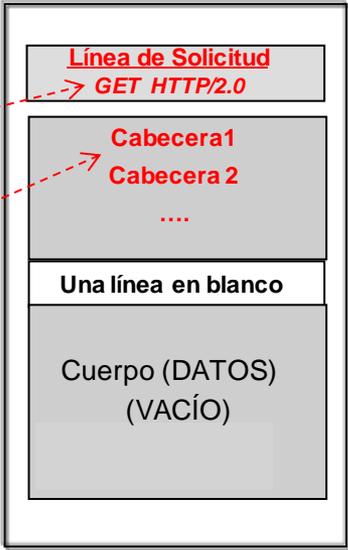
1. Solicitud del cliente HTTP

```
GET /HTTP/2.0
Host: www.miapache.com
User-Agent: Mozilla Firefox 56.0.2, Windows 10
Accept: text/html, application/xml
Accept Language: en-US, en
Accept Encoding: gzip
...
```

LÍNEA DE SOLICITUD

CABECERAS
PARES NOMBRE:VALOR

Mensaje de Solicitud



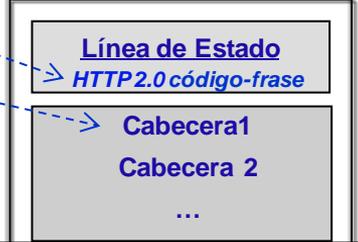
2. LA RESPUESTA DEL SERVIDOR

```
HTTP/2.0 200 OK
Server: Apache/2.0.3
Date: Fri, 31 Oct 2017 23:59:59 UT
Content-Type: text/html , charset =iso-8859
Content-Encoding: gzip
<html>
<body>
```

LÍNEA DE ESTADO (protocolo/versión código y frase de estado)

CABECERAS
PARES NOMBRE:VALOR

Mensaje de Respuesta



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

Tipo de un Mensaje de Solicitud

- *HTTP define 8 métodos implementados en el código del cliente HTTP que indican las acciones sobre el correspondiente fichero, de los cuales los 3 métodos o solicitudes más relevantes son:*
 - **GET: Método HTTP asociado a un enlace en el código HTML de la página web descargada (aplicación) para solicitar un fichero**
 - *Se ejecuta, generalmente, cuando el usuario hace un “clic” en un enlace o, previamente, cuando el intérprete HTML encuentra una referencia, p.ej., un logo o imagen, mientras dibuja la página*
 - **La mayoría de las solicitudes HTTP son mediante GET**
 - **A veces, GET incluye parámetros visibles que se encapsulan en el LOCALIZADOR URL en una búsqueda de información**
 - `/index.php?page=main&lang=es`
 - *P.ej., obtención de un objeto llamado logo.png*
 - ✓ `GET /images/logo.png HTTP/1.1`
 - **POST: Típico método HTTP utilizado en formularios para enviar parámetros o datos del usuario y que no son visibles en el localizador URL**
 - *El código del formulario exige que los datos introducidos se envíen vía post*

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