

X.25, Frame Relay, ATM

Gruppo Reti TLC

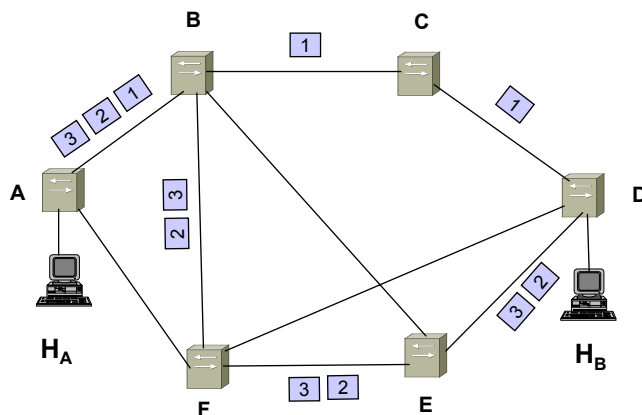
giancarlo.pirani@telecomitalia.it

<http://www.telematica.polito.it/>

Richiamo sulle funzioni dello strato di rete (liv. 3)

- **Instradamento**
 - determina il ramo di uscita dal nodo stesso cui inviare il pacchetto ricevuto su un ramo entrante
- **Multiplexazione**
 - permette di utilizzare un unico collegamento di livello 2 per trasportare più unità informative appartenenti a flussi diversi
- **Controllo di flusso**
 - regola i singoli flussi di pacchetti attraverso la rete, tenendo conto delle caratteristiche delle singole sorgenti e del “contratto” di QoS negoziato da queste con la rete stessa
- **Controllo di congestione**
 - garantisce che il traffico smaltito da ogni nodo della rete sia commisurato alle sue capacità evitando il fenomeno di saturazione del buffer con ritardi di trasferimento molto alti e conseguente perdita di unità informative
- **Interlavoro tra reti**
 - necessario quando le unità informative devono attraversare reti di caratteristiche diverse

Rete a pacchetto – Servizio Datagram

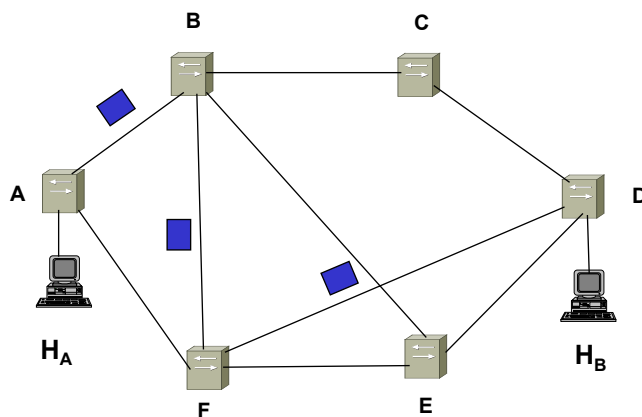


Possibili problemi: Fuori sequenza, perdita, duplicazione

GIANCARLO PIRANI – TELECOM ITALIA LAB

LE RETI A PACCHETTO - 3

Rete a pacchetto – Servizio Virtual Call

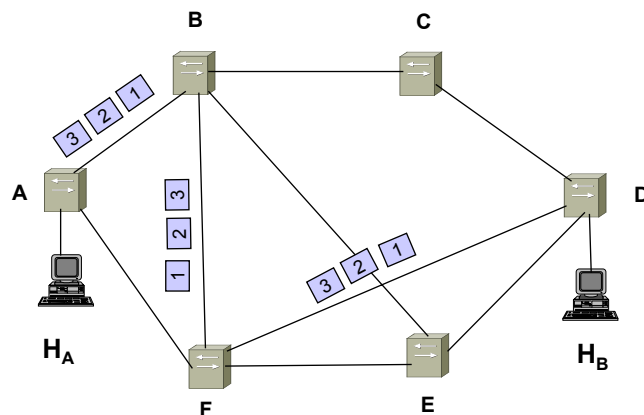


Fase di instaurazione

GIANCARLO PIRANI – TELECOM ITALIA LAB

LE RETI A PACCHETTO - 4

Rete a pacchetto – Servizio Virtual Call

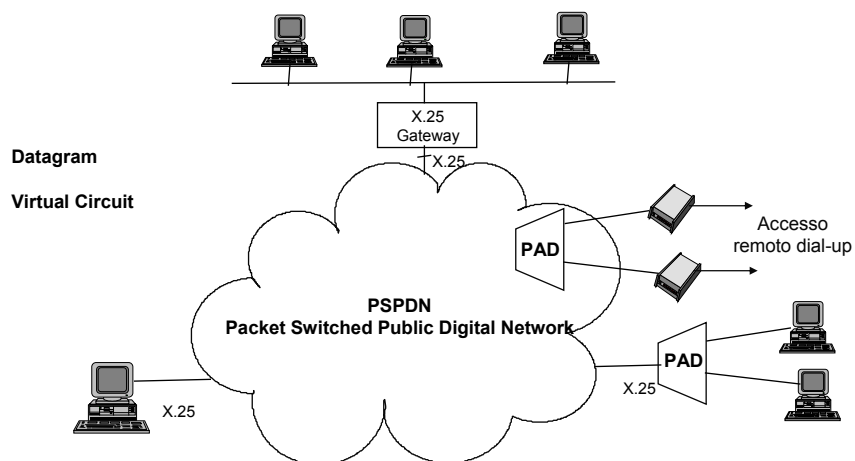


Fase dati

GIANCARLO PIRANI – TELECOM ITALIA LAB

LE RETI A PACCHETTO - 5

PSPDN – Packet Switched Public Digital Network: Accesso

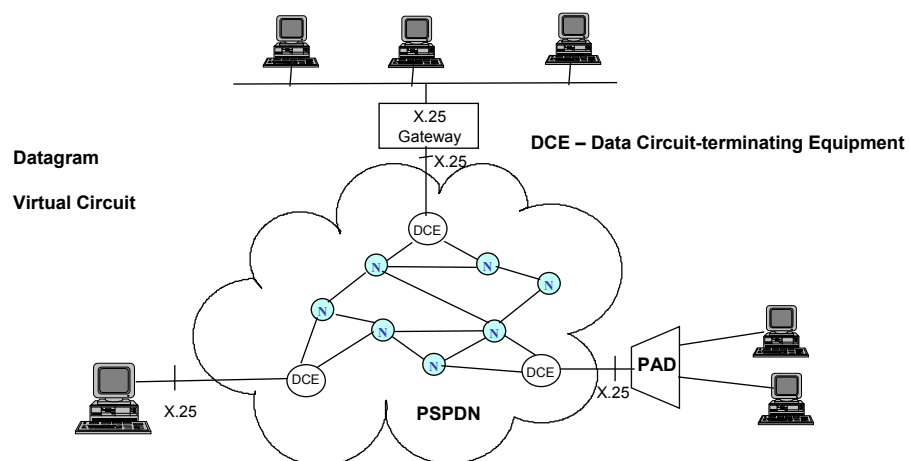


Velocità di accesso tipica: 9.6 – 56 kbit/s

GIANCARLO PIRANI – TELECOM ITALIA LAB

LE RETI A PACCHETTO - 6

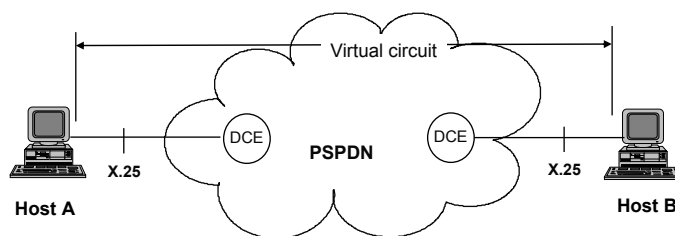
PSPDN – Packet Switched Public Digital Network



GIANCARLO PIRANI – TELECOM ITALIA LAB

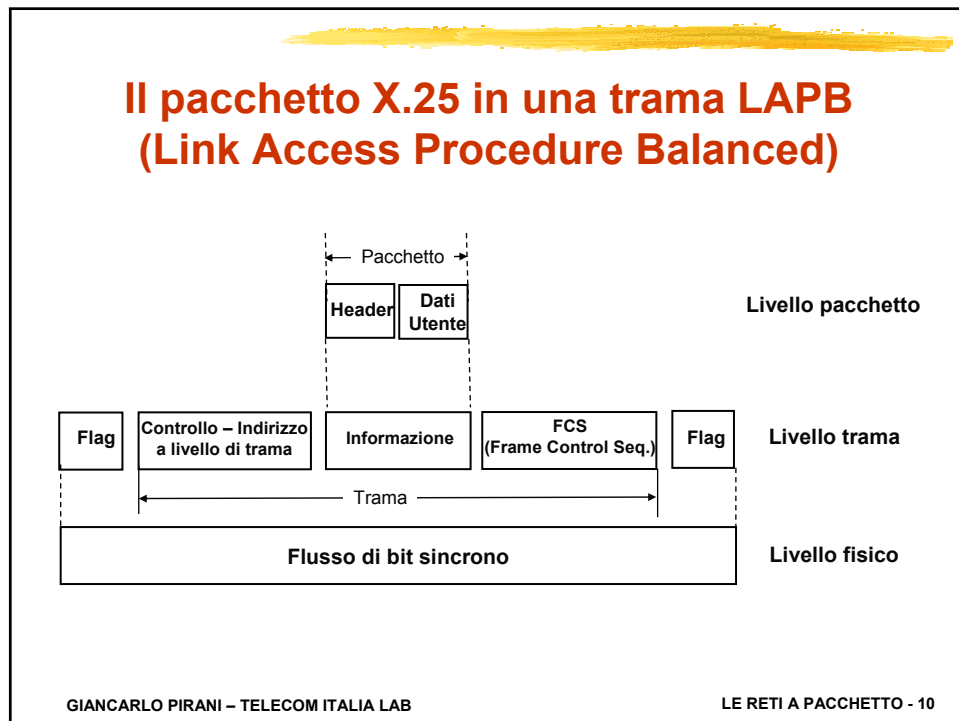
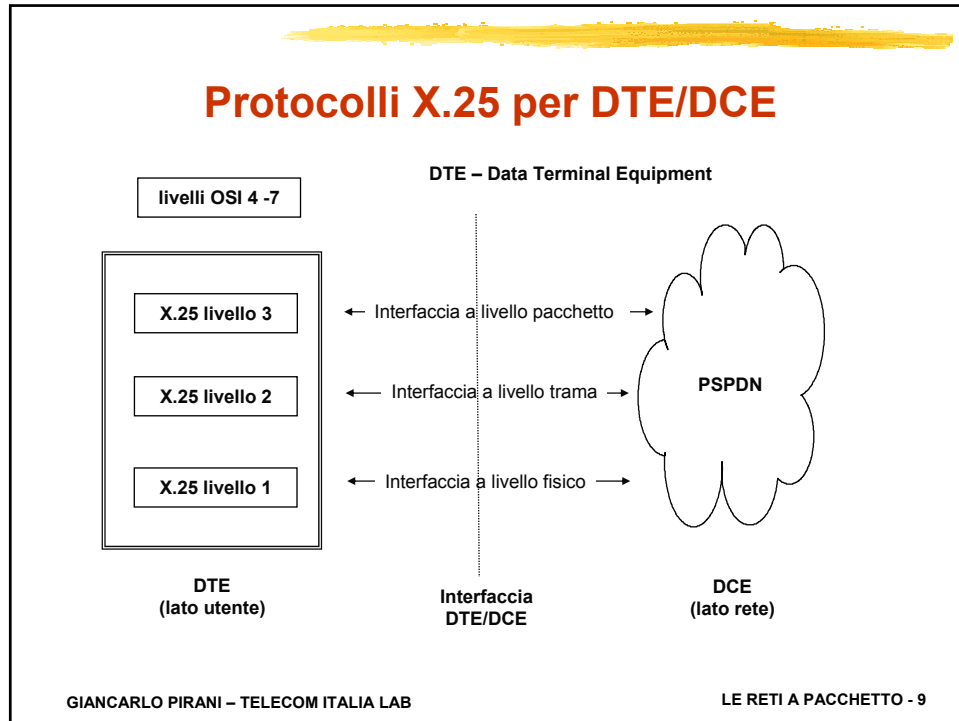
LE RETI A PACCHETTO - 7

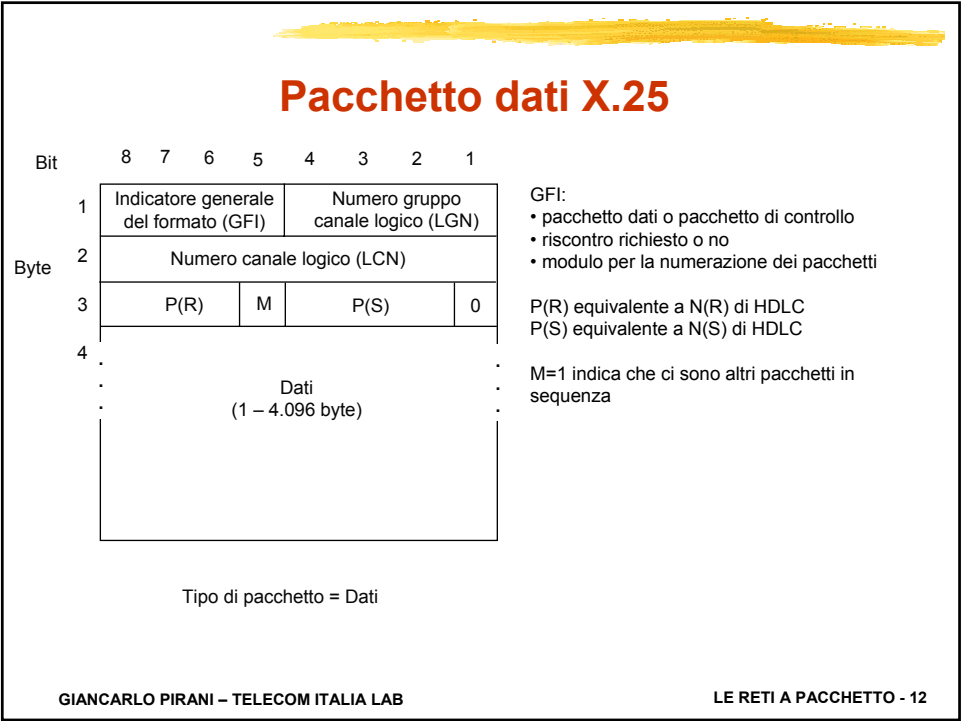
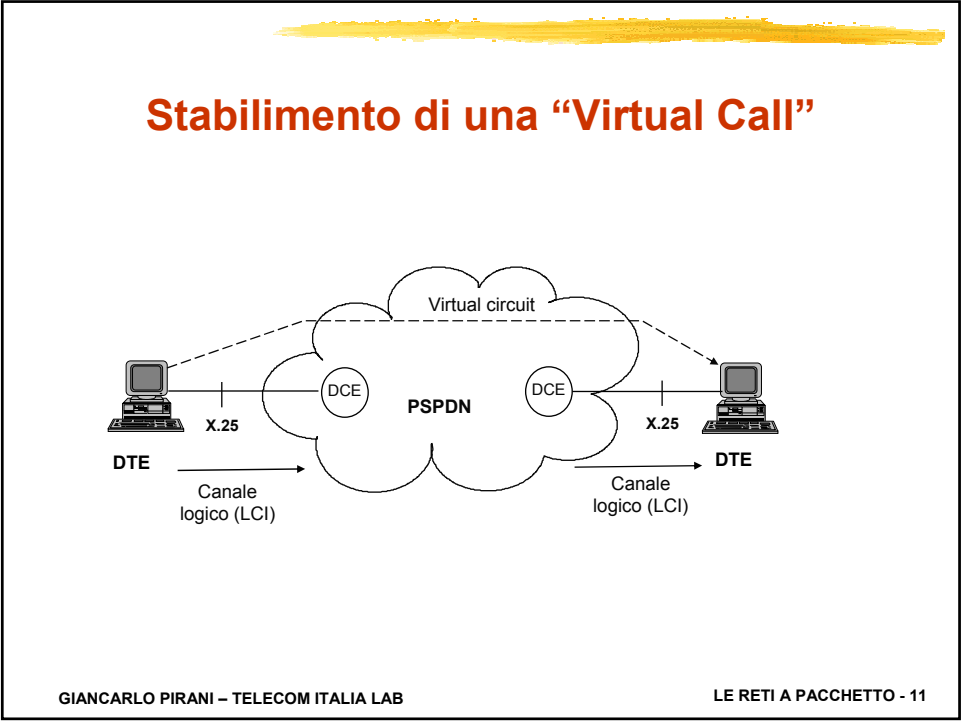
Virtual circuit connection



GIANCARLO PIRANI – TELECOM ITALIA LAB

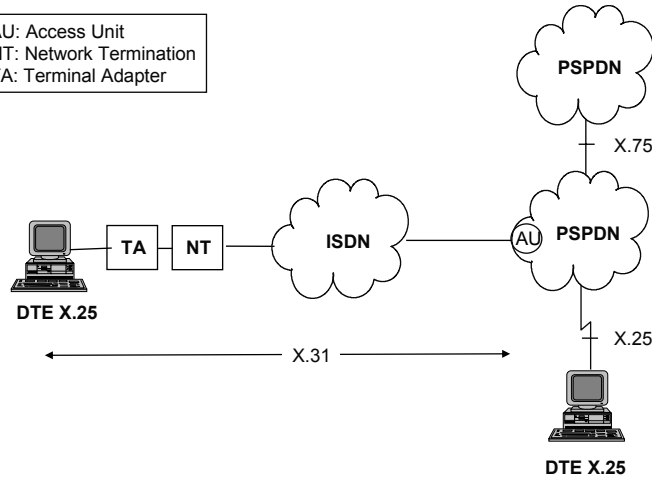
LE RETI A PACCHETTO - 8





Protocolli di interconnessione X.25 - WAN

AU: Access Unit
NT: Network Termination
TA: Terminal Adapter



GIANCARLO PIRANI – TELECOM ITALIA LAB

LE RETI A PACCHETTO - 13

Motivazioni del Frame Relay

- Il Frame Relay é nato pensando alla possibilità di poter disporre di un protocollo di rete geografica che fosse intermedio alla commutazione di pacchetto X.25 e a circuito
- Lo sviluppo si è avuto sotto la spinta di precise forze di mercato:
 - sviluppo di applicazioni ad alta velocità
 - apparati d'accesso intelligenti
 - linee di trasmissione con bassi tassi di errore
- Rappresenta un servizio di accesso in reti pubbliche di molti operatori nazionali/internazionali

GIANCARLO PIRANI – TELECOM ITALIA LAB

LE RETI A PACCHETTO - 14

Sviluppo del Frame Relay

- DETERMINATO DA DIVERSI FATTORI:
- processori veloci
- hardware specifico per protocolli di comunicazione
- disponibilità di software applicativo per applicazioni richiedenti comunicazioni a larga banda (da testo ad immagini) e di applicazioni distribuite (ambienti LAN con interazioni client/server)
- disponibilità a basso costo di apparati di utente intelligenti
- diffusione di reti pubbliche numeriche con backbone in fibra ottica (F.O. fino alla sede di utente in alcuni casi)

GIANCARLO PIRANI – TELECOM ITALIA LAB

LE RETI A PACCHETTO - 15

Campi di applicazione

- applicazioni (per elaborazione dati) richiedenti l'interconnessione su base geografica (altre reti, per es. ITAPAC, ISDN, CDN poco adatte, per costi oppure velocità oppure flessibilità)
- interconnessione geografica di apparati per l'internetworking (bridge, router)
- ... e inoltre trasporto di fonia

GIANCARLO PIRANI – TELECOM ITALIA LAB

LE RETI A PACCHETTO - 16

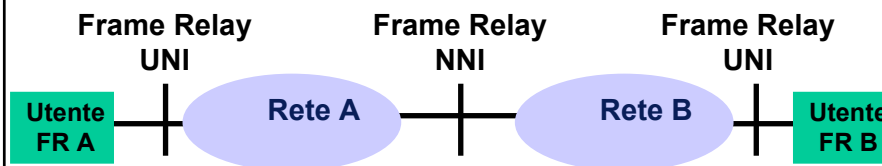
Frame Relay = ?

- tecnica di trasferimento orientata al pacchetto (basata su tecniche di multiplazione di unità dati di lunghezza variabile)
- è stato definito per l'accesso (UNI – User Network Interface), ma può essere impiegato nelle sezioni interne della rete (NNI – Network Network Interface) o fra reti di operatori diversi
- è una tecnica “connection oriented”, che utilizza connessioni virtuali (VC) permanenti (PVC) o commutate (SVC)

GIANCARLO PIRANI – TELECOM ITALIA LAB

LE RETI A PACCHETTO - 17

Terminologia: UNI ed NNI



UNI = User-to-Network Interface
NNI = Network-to-Network Interface

GIANCARLO PIRANI – TELECOM ITALIA LAB

LE RETI A PACCHETTO - 18

Caratteristiche Principali del Frame Relay

- La logica su cui si basa il FR è quella di trasferire le informazioni con minori elaborazioni e funzionalità nei nodi
 - Assenza di controllo di flusso, di indirizzamento completo e di correzione di errori in rete
 - Impiego di canali virtuali
- Il risultato è:
 - Throughput molto più elevati e ritardi minori rispetto ad altri protocolli WAN (p.e. X.25)
 - Efficiente condivisione di banda (Gestione di traffico *busrty*)
 - Garanzia di banda in accesso
 - Multiplazione a livello 2 OSI e trasparenza verso i livelli superiori
 - Assenza di elaborazione a livello 3 OSI
 - Standard consolidati
 - Scalabilità, flessibilità, possibilità di disaster recovery

GIANCARLO PIRANI – TELECOM ITALIA LAB

LE RETI A PACCHETTO - 19

Terminologia

Servizio Frame Relay



- Servizio di trasporto dati offerto all'utente da una rete dati per mezzo di un'interfaccia standard Frame Relay
- La rete può utilizzare una qualsiasi tecnica per il trasporto del traffico dati al suo interno (p.e. ATM)

Rete Frame Relay

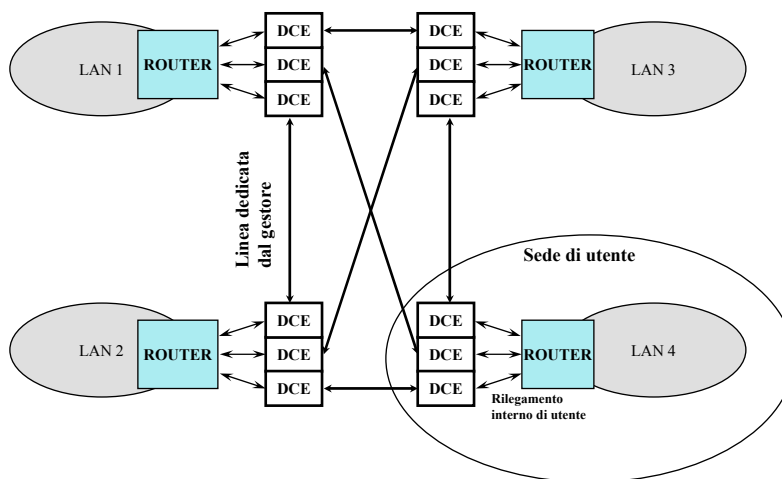


- Rete dati che utilizza il Frame Relay standard per il trasporto dati al suo interno
- Normalmente offre all'utente anche un servizio Frame Relay, oltre ad altri tipi di servizi dati

GIANCARLO PIRANI – TELECOM ITALIA LAB

LE RETI A PACCHETTO - 20

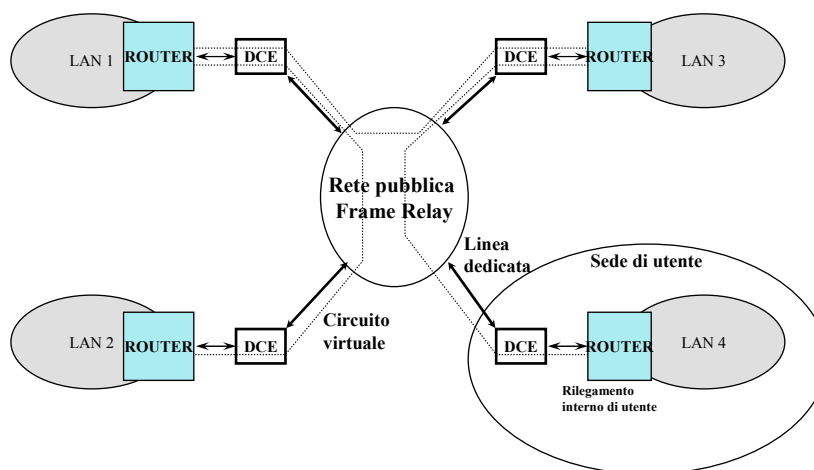
Scenario WAN pre-esistente



GIANCARLO PIRANI – TELECOM ITALIA LAB

LE RETI A PACCHETTO - 21

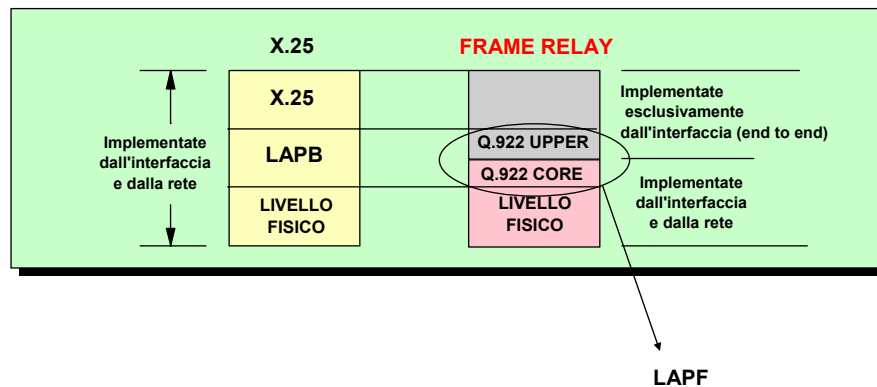
Scenario WAN con impiego di Frame Relay



GIANCARLO PIRANI – TELECOM ITALIA LAB

LE RETI A PACCHETTO - 22

Confronto Frame Relay-X.25



GIANCARLO PIRANI – TELECOM ITALIA LAB

LE RETI A PACCHETTO - 23

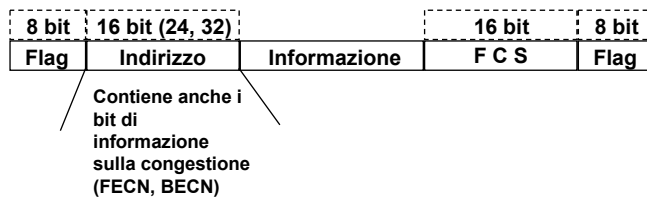
Funzioni di base del Frame Relay

- delimitazione, allineamento, trasparenza delle trame informative
- moltiplicazione/demoltiplicazione con l'impiego del campo indirizzi
- accettazione/scarto in fase di congestione
- verifica di validità della trama

GIANCARLO PIRANI – TELECOM ITALIA LAB

LE RETI A PACCHETTO - 24

Formato trama Frame Relay



GIANCARLO PIRANI – TELECOM ITALIA LAB

LE RETI A PACCHETTO - 25

Frame Check Sequence

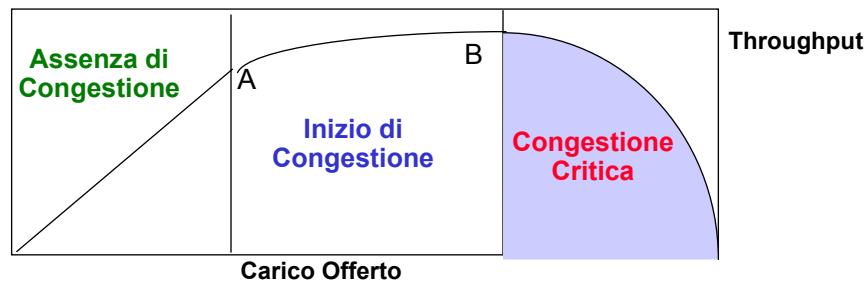
- Il campo di controllo (FCS) e' usato per il controllo delle trame ricevute. I suoi bit sono calcolati utilizzando il polinomio generatore $x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$.
- Dal calcolo dei bit di controllo sono esclusi gli zeri inseriti dal meccanismo di bit stuffing.
- In ricezione, le trame errate vengono scartate. Il recupero, non previsto dal LAPF (Q.922) core, è demandato a protocolli di livello superiore (ad esempio LAPF upper) ed è effettuato da entità poste agli estremi della rete.

GIANCARLO PIRANI – TELECOM ITALIA LAB

LE RETI A PACCHETTO - 26

Trattamento della Congestione

- La gestione della congestione è di fondamentale importanza nella gestione di una rete Frame Relay
- Sono stati previsti due meccanismi di segnalazione per segnalare agli apparati terminali la congestione
 - **notifica esplicita tramite i campi BECN e FECN**
 - notifica esplicita basata su Q.922 e ANSI T1.618

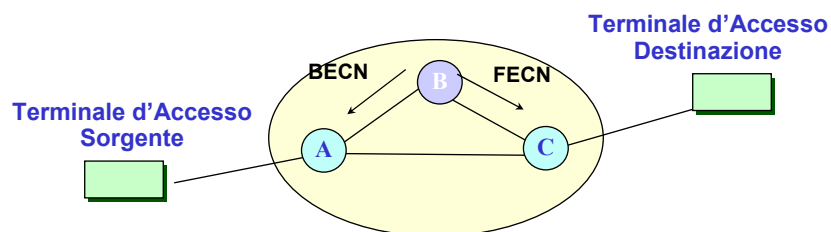


GIANCARLO PIRANI – TELECOM ITALIA LAB

LE RETI A PACCHETTO - 27

Metodo di Notifica Esplicita con FECN/BECN

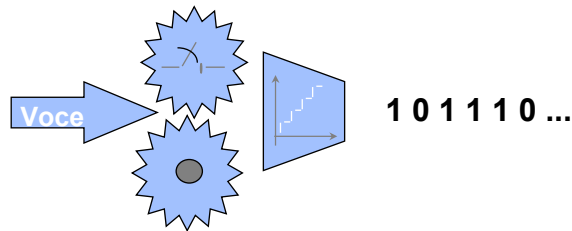
- Nel momento in cui un nodo di rete registra l'inizio di uno stato di congestione notifica ai terminali tramite la modifica dei bit FECN e BECN presenti nell'intestazione della trama
- La caratteristica di gestire traffico *bursty* rende la congestione un fenomeno potenzialmente frequente in una rete Frame Relay



GIANCARLO PIRANI – TELECOM ITALIA LAB

LE RETI A PACCHETTO - 28

La codifica del segnale vocale



- Tecniche di riduzione del bit rate
 - Soppressione silenzi
 - Algoritmi di compressione

GIANCARLO PIRANI – TELECOM ITALIA LAB

LE RETI A PACCHETTO - 29

La tecnica ATM: cos'è

- ATM significa **“Asynchronous Transfer Mode”**
- ATM è una **tecnica di trasferimento dell'informazione** pensata per flussi informativi ad alta velocità
- Non trova un esatto riscontro nei livelli OSI, ma lo potremmo posizionare tra il livello 1 ed il livello 2
- È descritta nella Raccomandazione I.361 “B-ISDN ATM layer specification” dell'ITU-T (ex CCITT)

GIANCARLO PIRANI – TELECOM ITALIA LAB

LE RETI A PACCHETTO - 30

La tecnica ATM: necessità

– Nasce dalle seguenti necessità:

- Interconnessione di un'ampia varietà di sistemi eterogenei, quali stazioni di lavoro, super-calcolatori, reti locali, ecc.
- Tendenza a migrare da architetture di elaborazione centralizzate a distribuite (es. applicazioni distribuite su LAN)
- Possibilità di interconnessione di tipo “intra-” ed “inter-company”, con prestazioni idealmente simili a quelle di una rete locale, anche su scala geografica
- Apertura verso l'introduzione di nuovi servizi (es. multimedia)
- Possibilità di gestione e controllo sofisticati
- Fornitura tempestiva delle risorse di interconnessione al cambiamento della sede dell'utente

GIANCARLO PIRANI – TELECOM ITALIA LAB

LE RETI A PACCHETTO - 31

La tecnica ATM: sviluppo

– Si sviluppa grazie ai seguenti fattori:

- Domanda crescente di servizi a larga banda
- Disponibilità di tecnologie di trasmissione, commutazione ed elaborazione ad alta velocità
- Crescente disponibilità all'utente di capacità di elaborazione dati ed immagini
- Prospettiva di integrazione e trattamento di servizi e modi di trasferimento differenti (es. circuito, pacchetto) mediante un'unica tecnica a larga banda
- Necessità di maggiore flessibilità nel soddisfare i requisiti di utente e gestore (in termini di banda, qualità di servizio, ecc.) e rispondere ai requisiti di nuove applicazioni e servizi

GIANCARLO PIRANI – TELECOM ITALIA LAB

LE RETI A PACCHETTO - 32

La tecnica ATM: requisiti

- I requisiti essenziali di una tecnica di trasferimento atta a realizzare una rete dotata della capacità di fornire un supporto a svariati servizi ed applicazioni sono:
 - Possedere caratteristiche che la rendano adatta ad applicazioni nel campo dell'**alta velocità** (centinaio di Mbps)
 - Adattarsi in modo efficiente a servizi che impiegano bit-rate differenti (**multirate**)
 - Supportare anche traffico di tipo “bursty” o a blocchi (**bit-rate variabile**)
 - Tenere conto sia di applicazioni sensibili al **ritardo** che alla **perdita**

GIANCARLO PIRANI – TELECOM ITALIA LAB

LE RETI A PACCHETTO - 33

Caratteristiche della tecnica ATM

- Le informazioni sono trasportate in pacchetti di lunghezza fissa (**celle**)
 - **53 byte**
- Trasferimento delle informazioni in modalità **connection-oriented**
 - attraverso instaurazione di connessioni virtuali
- Tecnica efficiente di multiplazione e commutazione
- Grande flessibilità nel meccanismo di allocazione della banda

GIANCARLO PIRANI – TELECOM ITALIA LAB

LE RETI A PACCHETTO - 34

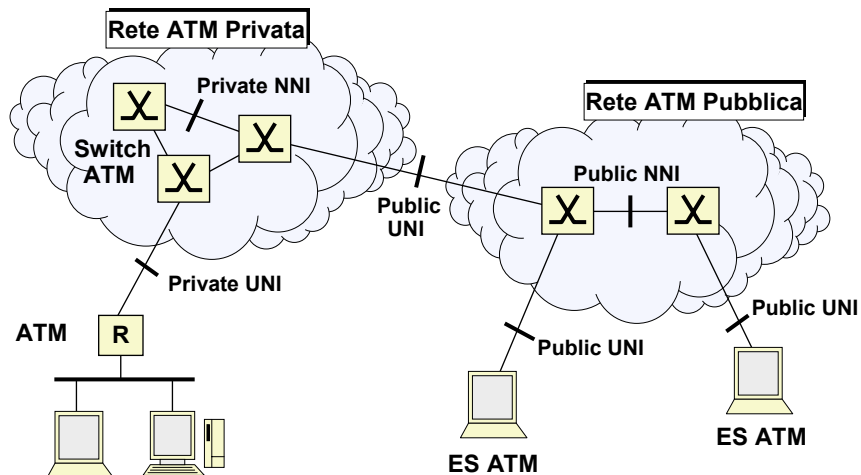
Come è fatta una rete ATM (1)

- Una rete ATM comprende:
 - un insieme di nodi di commutazione detti Intermediate System ATM (IS ATM) o più comunemente **switch ATM**
 - un insieme di **nodi terminali** (postazioni utente) detti End System ATM (ES ATM)
- Topologia di rete:
 - gli switch ATM sono collegati tra loro attraverso linee di trasmissione numeriche di tipo punto-punto secondo una **topologia a maglia arbitraria**
 - Gli ES ATM sono collegati agli switch ATM tramite linee punto-punto secondo una topologia di tipo stellare

GIANCARLO PIRANI – TELECOM ITALIA LAB

LE RETI A PACCHETTO - 35

Come è fatta una rete ATM (2)

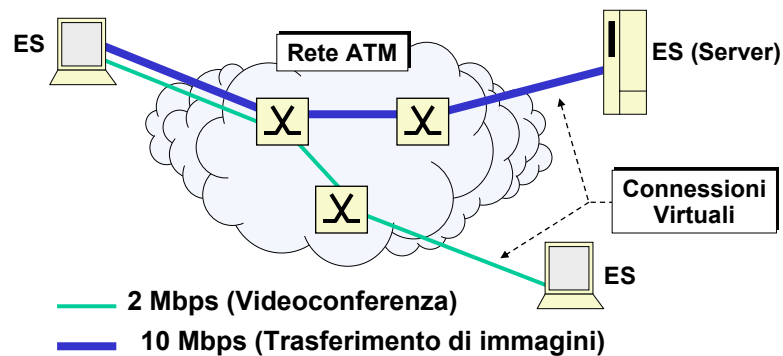


GIANCARLO PIRANI – TELECOM ITALIA LAB

LE RETI A PACCHETTO - 36

Le connessioni ATM (1)

- Il trasferimento delle informazioni tra gli ES di una rete ATM avviene attraverso connessioni virtuali (**Virtual Connection, VC**)
 - canali logici che devono essere stabiliti tra sorgente e destinazione prima che abbia luogo il trasferimento



GIANCARLO PIRANI – TELECOM ITALIA LAB

LE RETI A PACCHETTO - 37

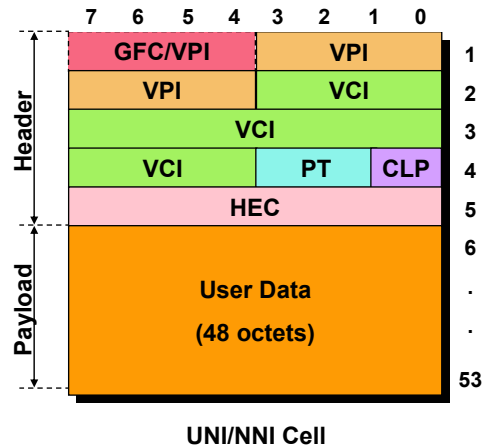
Le connessioni ATM (2)

- Sono definiti due tipi di VC:
 - **Virtual Channel Connection (VCC)**
 - connessione costituita da un unico canale di comunicazione virtuale tra due ES
 - **Virtual Path Connection (VPC)**
 - connessioni costituite da un insieme di VCC che condividono un cammino comune all'interno della rete

GIANCARLO PIRANI – TELECOM ITALIA LAB

LE RETI A PACCHETTO - 38

La cella ATM (1)



GIANCARLO PIRANI – TELECOM ITALIA LAB

LE RETI A PACCHETTO - 39

La cella ATM (2)

- I campi dell'intestazione hanno il seguente significato:
 - **GFC (Generic Flow Control)**
 - meccanismo per link condivisi a livello UNI (non supportato)
 - sempre messo a zero
 - **VPI (Virtual Path Identifier) e VCI (Virtual Channel Identifier)**
 - identificano la connessione virtuale a cui la cella appartiene
 - **PT (Payload Type)**
 - indica se la cella contiene informazioni di utente o informazioni di servizio per la rete (OAM)
 - usato anche per indicare congestioni
 - **CLP (Cell Loss Priority)**
 - livello di priorità della cella, se =1 la cella è a bassa priorità
 - **HEC (Header Error Control)**
 - usato per rilevare/correggere errori limitatamente all'header della cella

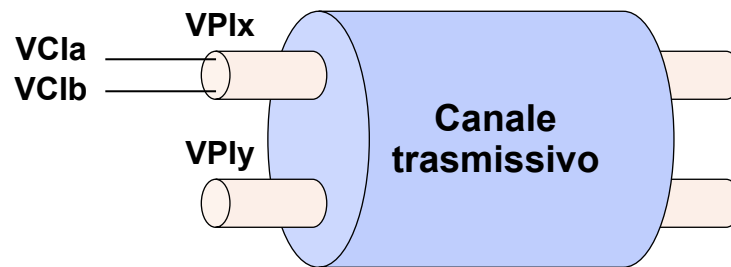
GIANCARLO PIRANI – TELECOM ITALIA LAB

LE RETI A PACCHETTO - 40

Connessioni virtuali

– Identificazione delle VC:

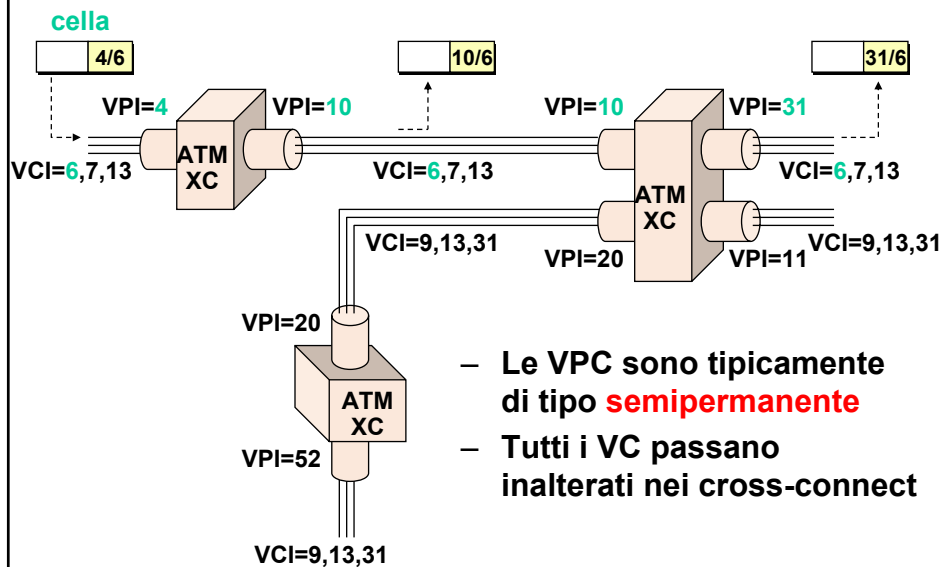
- una VPC è identificata da un **Virtual Path Identifier (VPI)**
- una VCC è identificata da un **Virtual Channel Identifier (VCI)** e dal VPI associato alla VPC entro cui è definita
- tali identificatori hanno **validità locale** su una particolare linea trasmissiva attraversata dalla VPC/VCC e sono riassegnati presso ogni switch attraversato



GIANCARLO PIRANI – TELECOM ITALIA LAB

LE RETI A PACCHETTO - 41

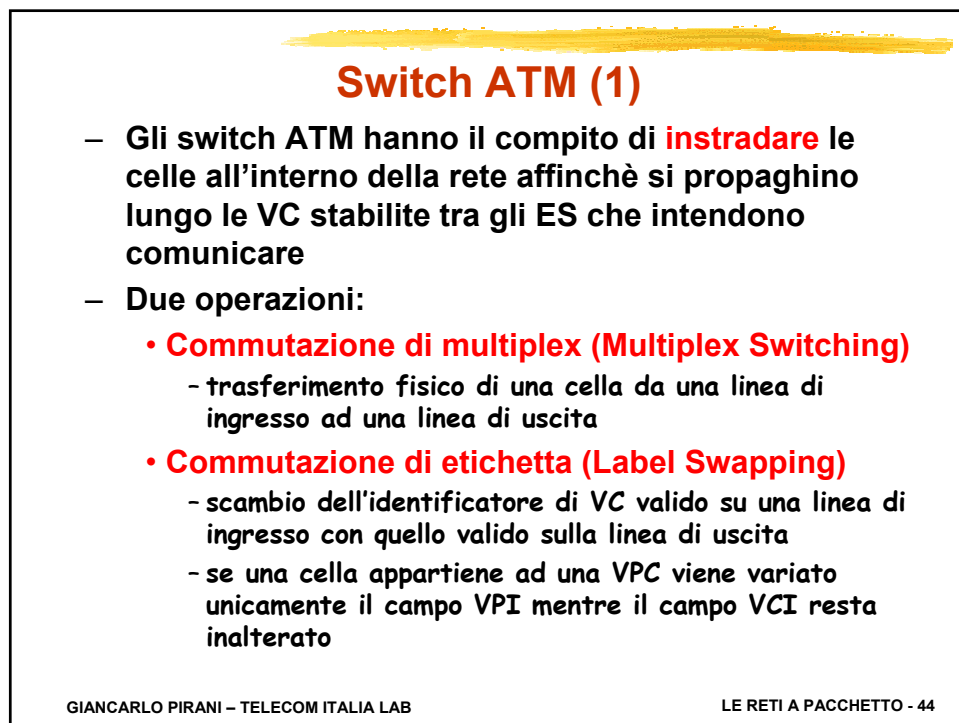
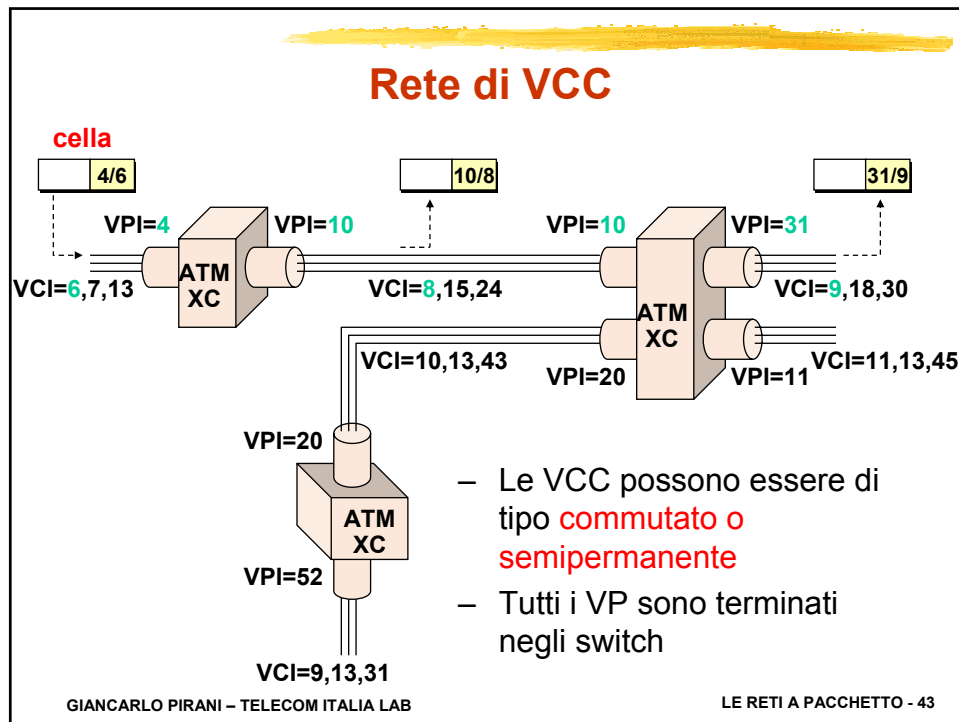
Rete di VPC

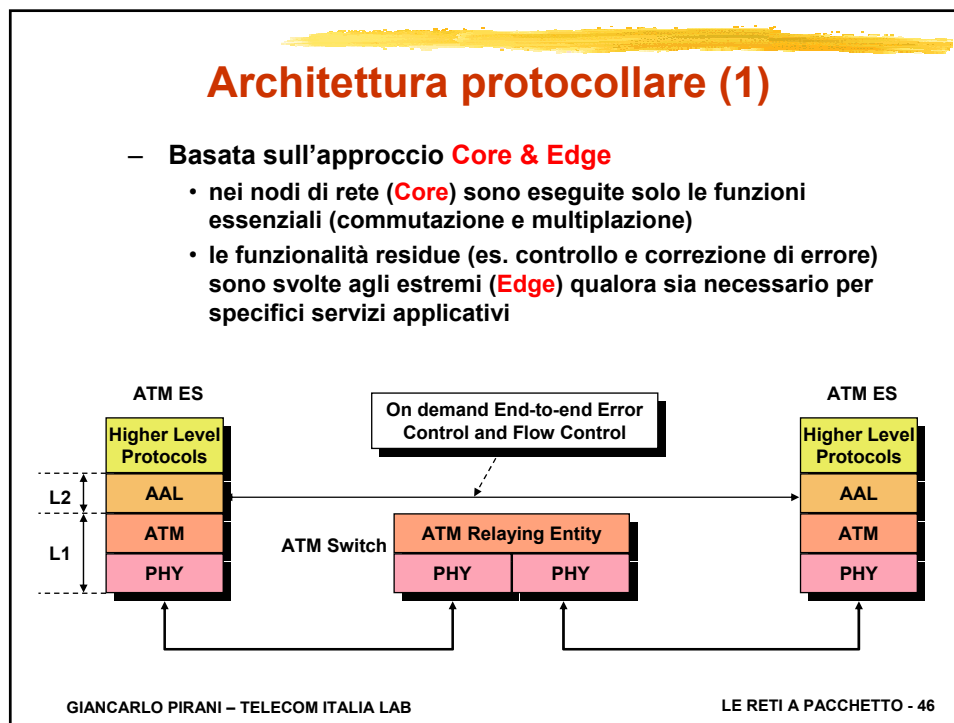
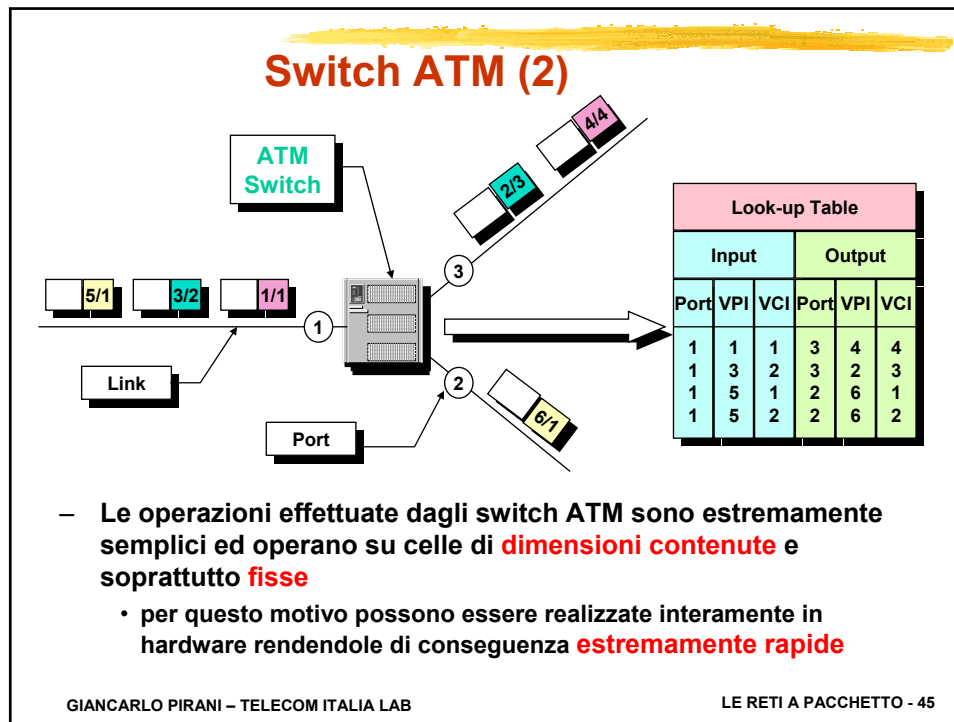


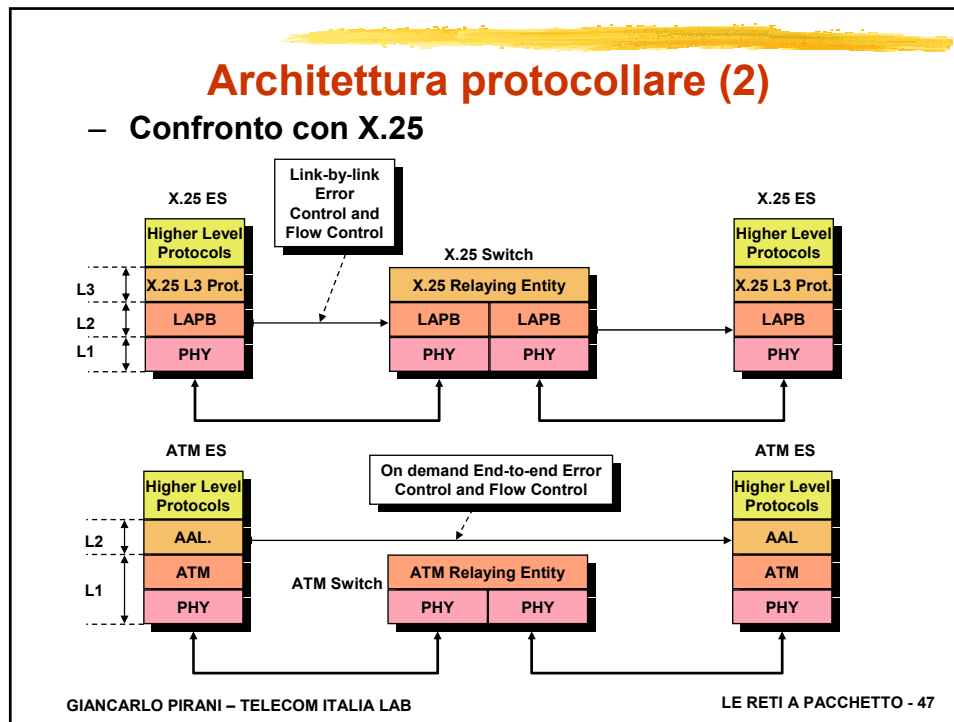
- Le VPC sono tipicamente di tipo **semipermanente**
- Tutti i VC passano inalterati nei cross-connect

GIANCARLO PIRANI – TELECOM ITALIA LAB

LE RETI A PACCHETTO - 42







Le quattro classi di QoS (Quality of Service) offerte dall'ATM

- **CBR:** Constant Bit Rate – dichiara la banda di picco
- **VBR:** Variable Bit Rate in tempo reale – Dichiara anche la “CDV (Cell Deviation Value) tolerance” ed il ritardo massimo
- **ABR:** Available Bit Rate – non dichiara la banda, ma usa quella disponibile (con controllo di flusso)
- **UBR:** Unspecified Bit Rate – best effort

ATM Adaptation Layer (AAL)

- Il livello di adattamento (AAL) integra i servizi forniti dal livello ATM, allo scopo di permettere il supporto delle funzioni richieste dal livello immediatamente superiore, provvedendo a stabilire l'associazione tra i due
- Le funzioni realizzate dipendono dai requisiti del livello sovrastante
- L'AAL implementa protocolli differenti per soddisfare alla esigenze di diversi utenti del suo servizio
- L'AAL nasce perciò come elemento "service dependent"

GIANCARLO PIRANI – TELECOM ITALIA LAB

LE RETI A PACCHETTO - 49

Classi di servizio per AAL

	Class A	Class B	Class C	Class D
Relazione di <i>timing</i> tra sorgente e destinazione	Required		Not required	
Bit rate	Constant	Variable		
Connection mode	Connection oriented			Connectionless
AAL type	1	2	3/4, 5	3/4

GIANCARLO PIRANI – TELECOM ITALIA LAB

LE RETI A PACCHETTO - 50

Classi di servizio per AAL

	Class A	<div>•Circuit emulation (64kb/s, 2 Mb/s, 34 Mb/s, ecc.) • Servizi voce, video a bit-rate costante</div>		
Relazione di <i>timing</i> tra sorgente e destinazione	Required		Not required	
Bit rate	Constant	Variable		
Connection mode	Connection oriented			Connectionless
AAL type	1	2	3/4, 5	3/4

GIANCARLO PIRANI – TELECOM ITALIA LAB

LE RETI A PACCHETTO - 51

Classi di servizio per AAL

	Class A	Class B	•Video e/o audio a bit-rate variabile	
Relazione di <i>timing</i> tra sorgente e destinazione	Required		Not required	
Bit rate	Constant	Variable		
Connection mode	Connection oriented			Connectionless
AAL type	1	2	3/4, 5	3/4

GIANCARLO PIRANI – TELECOM ITALIA LAB

LE RETI A PACCHETTO - 52

Classi di servizio per AAL

<div>•servizi di trasporto dati connection-oriented • segnalazione</div>			Class C	Class D
Relazione di <i>timing</i> tra sorgente e destinazione	Required		Not required	
Bit rate	Constant	Variable		
Connection mode	Connection oriented			Connectionless
AAL type	1	2	3/4, 5	3/4

•servizi di trasporto dati
connection-oriented
• segnalazione

GIANCARLO PIRANI – TELECOM ITALIA LAB

LE RETI A PACCHETTO - 53

Classi di servizio per AAL

	Class C	•servizi di trasporto dati connectionless			Class D
Relazione di <i>timing</i> tra sorgente e destinazione	Required			Not required	
Bit rate	Constant	Variable			
Connection mode	Connection oriented				Connectionless
AAL type	1	2	3/4, 5	3/4	

•servizi di trasporto dati
connectionless

GIANCARLO PIRANI – TELECOM ITALIA LAB

LE RETI A PACCHETTO - 54

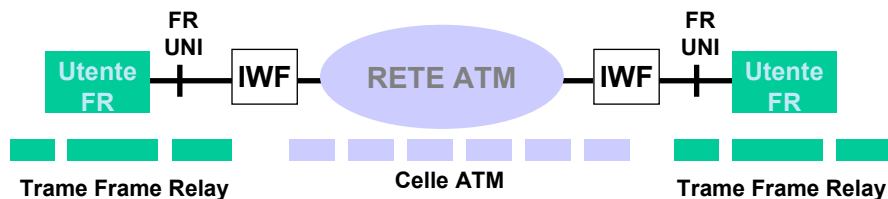
Frame Relay-ATM Interworking

- **Frame Relay/ATM Network Interworking**
 - Interoperabilità di rete, connessioni tra utenti Frame Relay, utilizzo dell'ATM come tecnica di trasporto (backbone)
- **Frame Relay/ATM Service Interworking**
 - Interoperabilità di servizio, possibilità di instaurare connessioni tra utenti FR ed utenti ATM
- **Normativa di riferimento**
 - Raccomandazione ITU-T I.555
"Frame Relaying Bearer Service Interworking"
 - Implementation Agreement Frame Relay Forum FRF.5
"Frame relay / ATM PVC Network Interworking"
 - Implementation Agreement Frame Relay Forum FRF.8.1
"Frame relay / ATM PVC Service Interworking"

GIANCARLO PIRANI – TELECOM ITALIA LAB

LE RETI A PACCHETTO - 55

Network Interworking Frame Relay / ATM



UNI = User-to-Network Interface
IWF = Interworking Function
FR = Frame Relay
ATM = Asynchronous Transfer Mode

GIANCARLO PIRANI – TELECOM ITALIA LAB

LE RETI A PACCHETTO - 56

