

# **ADSL:**

**storia, retroscena e prospettive di mercato di  
una fra le più discusse tecnologie odierne.**

# Sommario

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>2</b>
1.1	<i>ADSL.....</i>	2
<b>2</b>	<b>MERCATI E SERVIZI DELL'ADSL .....</b>	<b>4</b>
2.1	<i>Lo sviluppo del mercato.....</i>	4
2.2	<i>ADSL. Soluzioni e vantaggi per i Provider.....</i>	5
2.3	<i>ADSL. soluzioni e vantaggi per gli utilizzatori.....</i>	5
2.4	<i>Contesti applicativi e servizi.....</i>	7
2.4.1	<i>Fast Internet access.....</i>	7
2.4.2	<i>Always-on.....</i>	7
2.4.3	<i>Leased line replacement.....</i>	7
2.5	<i>Var e System Integration .....</i>	9
2.6	<i>Voice over DSL.....</i>	10
2.7	<i>Video over DSL .....</i>	12
<b>3</b>	<b>L'OFFERTA CISCO .....</b>	<b>13</b>
3.1	<i>Caratteristiche dell'offerta Cisco Systems, Inc. ....</i>	13
3.2	<i>Evoluzione delle soluzioni.....</i>	15
3.3	<i>Scenari applicativi.....</i>	18
3.3.1	<i>Service Provider .....</i>	18
3.3.2	<i>Operatore Telco con propria infrastruttura.....</i>	19
3.3.3	<i>Operatore Telco che utilizza trasporto IP.....</i>	20
3.3.4	<i>Metodi utilizzabili per l'autenticazione .....</i>	21
3.3.5	<i>Scenari applicabili nell'ambito Enterprise .....</i>	22
<b>4</b>	<b>IL SISTEMA ADSL .....</b>	<b>24</b>
4.1	<i>Scenario di riferimento e Architettura fisica del sistema.....</i>	25
<b>5</b>	<b>MODELLI DI BUSINESS .....</b>	<b>27</b>
5.1	<i>Architettura del servizio ADSL.....</i>	27
5.2	<i>Modelli di "unbundling".....</i>	29
5.3	<i>Offerta "wholesale" TI: servizi, prestazioni e struttura .....</i>	31

# 1 INTRODUZIONE

## 1.1 ADSL

Il fenomeno ADSL è ormai in rapida espansione, sul mercato Nordamericano inizialmente, ma in prospettiva soprattutto sulla scena europea. Le ragioni della prevista esplosione di ADSL sono da ricercarsi nella possibilità di diffondere servizi a larga banda ad un costo abbordabile, con il vantaggio per l'operatore della diffusione su larga scala di servizi a classi di utenza molto più ampie.

Gli utenti possono invece trovare una risposta adeguata alla crescente richiesta di banda e di servizi sostenuta dal tornado Internet, beneficiando anche della disponibilità di terminali a prezzi contenuti, in grado di soddisfare le esigenze dei tre principali segmenti di utenza ADSL: Small and Medium Business, piccoli uffici/telelavoro ed utenza "consumer".

ADSL presenta diversi vantaggi sia per gli operatori sia per gli utenti finali.

### *Vantaggi per gli operatori:*

- utilizza la rete telefonica di accesso esistente (doppini in rame), senza richiedere investimenti aggiuntivi per la ricablatura dell'utenza
- consente di introdurre servizi IP ad alto valore aggiunto, ad esempio multimediali, che richiedono larga banda e connessioni permanenti
- consente agli operatori di differenziarsi attraverso servizi di rete IP innovativi (ad esempio attraverso accordi con i Content Provider), andando oltre la pura trasmissione ADSL

### *Vantaggi per gli utenti finali:*

- mette a disposizione una connessione always-up. L'utente è permanentemente connesso a Internet, senza la necessità di attivare ogni volta la connessione via modem
- consente di disporre di velocità di connessione superiori di un ordine di grandezza
- abilita servizi innovativi su Internet, quali il video e l'audio multicasting e/o on-demand, la formazione a distanza, l'automazione domestica (Internet Home) e l'online gaming su larga scala
- elimina il concetto di tariffazione "a tempo", perché il costo sarà tipicamente fisso (flat) entro ampi limiti di utilizzo

Risulta pertanto evidente che l'impatto di ADSL va ben oltre il puro aspetto trasmissivo (più banda), ma è indissolubilmente legato all'evoluzione di Internet e dei servizi basati su IP.

Cisco Systems, Inc., leader di mercato consolidato delle reti IP e di Internet, è presente sulla scena mondiale dell'ADSL con quote che la collocano al primo o al secondo posto per quanto riguarda tutti gli elementi funzionali della rete (non soltanto sulle componenti trasmissive): router o modem ADSL, multiplatori DSLAM, nodi ATM ed IP, Broadband NAS e sistemi di gestione.

Questo successo, conseguito da Cisco in tempi rapidissimi, è una chiara conseguenza del lungo processo di maturazione che ha trasformato ADSL da tecnica trasmissiva sperimentale (1994) ad un tassello all'interno di una più complessa architettura per la fornitura di servizi innovativi a larga banda su IP.

I vantaggi qualificanti delle soluzioni Cisco per realizzare servizi IP evoluti possono essere sintetizzati in:

- **Profonda conoscenza e reale supporto dei diversi modelli di "Networking"** che possono essere implementati al di sopra del livello ADSL, tramite un'opportuna scelta di architetture, protocolli e apparati d'utente e di aggregazione;
- **Offerta end-to-end**, che include non solo le componenti ADSL, ma anche i nodi di aggregazione IP/ATM, il backbone di trasporto con QoS (Quality of Service), gli apparati di

accesso di centrale ed i terminali d'utente per tutte le fasce di mercato, dal residenziale al SOHO alla piccola e media impresa;

- attenzione particolare alle **soluzioni per il provisioning integrato ed automatizzato** e la gestione degli indirizzi IP, fondamentali per la diffusione su larga scala del servizio;
- sviluppo di **soluzioni di rete ADSL per il supporto di servizi avanzati ed innovativi**, quali il video streaming, la voce su ADSL per utenza residenziale o business, i “portali” necessari **service selection**”, i servizi “wholesale” di base ed evoluti, l'accesso a Virtual Private Network;
- offerta di **Apparati di accesso evoluti (DSLAM)**, con garanzia di qualità del servizio e compatibilità con apparati di utenza ADSL di altri fornitori;
- offerta di **router ADSL per l'utenza Small Medium Business e Small Office Home Office (SOHO)** con funzionalità di sicurezza, accesso a Virtual Private Network, qualità del servizio realmente funzionali alle esigenze delle imprese e derivanti dalla conoscenza Cisco del segmento.

Cisco è oggi presente su tutti i fronti dell'accesso a larga banda; da questa esperienza derivano il nostro approccio integrato ai modelli di gestione e di amministrazione degli indirizzi IP funzionale ai servizi ad accesso permanente (always on).

## 2 MERCATI E SERVIZI ADSL

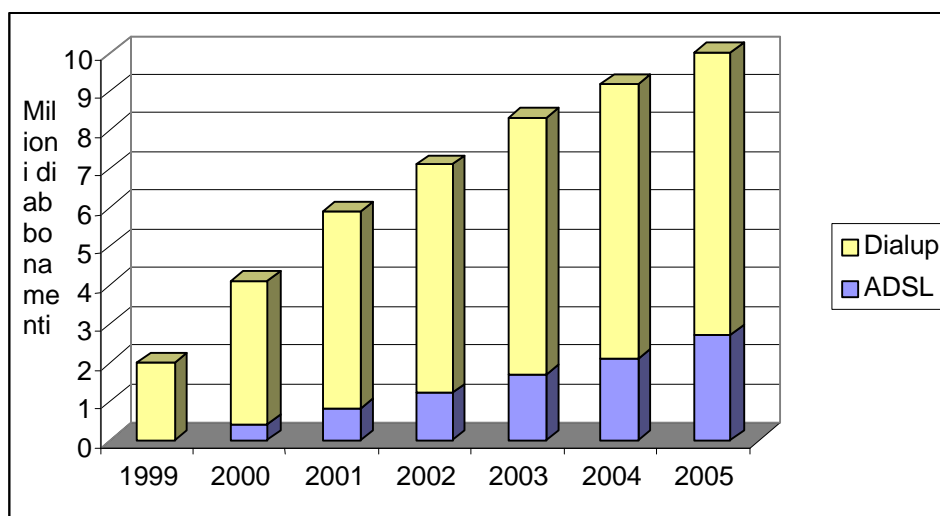
### 2.1 Lo sviluppo del mercato

In un mercato di costanti cambiamenti, la crescita impetuosa di servizi e la conseguente ridefinizione dei mercati, porta gli operatori a disegnare nuove strategie e nuovi prodotti, la cui accettazione viene decretata dal mercato in funzione delle soluzioni applicative che vanno a rispondere e risolvere specifiche esigenze. Alcune di queste soluzioni sono basate sulla tecnologia ADSL, delle quali cercheremo di sintetizzare le peculiarità.

Di seguito ecco una tabella sui principali fornitori di questo servizio e sulle previsioni di sviluppo futuro.

<b>Fornitore</b>	<b>Copertura Geografica</b>	<b>Previsione</b>
Datamonitor	Europa	Entro l'anno 2002, 5.5 milioni di case Europee saranno servite da linee xDSL [Fonte: "Europe Will Close Broadband Gap, Report Says", <i>TechWeb News</i> , April 11, 1998]
British Telecom	Inghilterra	Copertura del 75% delle linee telefoniche per le trasmissioni ADSL entro tre anni
Deutsche Telekom	Germania	100.000 clienti su 54 città entro il 2000 e 270.000 clienti su 200 città per il 2001. Copertura prevista 75-80%
France Telecom	Francia	300.000 clienti entro tre anni
Telefonica	Spagna	Copertura del 24% delle linee telefoniche entro l'anno
TeleDenMark	Danimarca	Copertura del 60% delle linee telefoniche. Previsione di 300.000 clienti entro il 2002
Telecom Italia	Italia	Oltre 100.000 linee ADSL entro la fine del 2000

Le previsioni per il mercato italiano sono riassunte nel grafico in figura 2.1 che mette a confronto la crescita del dial-up classico con quella prevista nei prossimi 5 anni per le connessioni ADSL. Come si può constatare la crescita prevista è molto elevata.



**Fig. 2.1: Previsioni crescita ADSL in Italia.**

## **2.2 Soluzioni e vantaggi per i Provider**

Il pensiero corrente fra gli operatori riflette uno dei potenziali vantaggi di ADSL come un'alternativa (o un compromesso) a basso costo rispetto alla fibra ottica, in quanto consente di utilizzare il normale doppino telefonico delle preesistenti linee, quindi un mercato potenziale di utenze residenziali (fisse) di diversi milioni di abbonati, consentendo di avere un numero potenziale di applicazioni e soluzioni che possano soddisfare la domanda e generare revenue di servizi applicativi e, quindi, fonte di revenue aggiuntive (premium services). Basti pensare ai vari produttori di software che si stanno muovendo da un concetto di prodotto pacchettizzato ad un concetto di servizio on line (ultimo esempio la stessa Microsoft, che ha annunciato una versione di Office Online) oppure delle software house che utilizzano la rete per avere soluzioni "network ready" (si pensi ad un ERP distribuito, alla possibilità di avere basi dati replicanti e sincronizzanti, alla software distribution, al network management e provisioning) per definire una vasta potenzialità di utilizzo e di soluzioni applicative.

## **2.3 Soluzioni e vantaggi per gli utilizzatori**

Probabilmente il fattore economico trainante per ADSL è la disponibilità di larga banda anche ad utenze residenziali, utenti della PMI, studi professionali, utenti consumer evoluti.

Poter accedere a velocità di diversi Megabit/secondo alle informazioni (Internet ma non solo) e la funzionalità di "always-on" sono ritenuti i fattori critici per l'utenza.

Questo rende possibili utilizzi applicativi distribuiti e remotizzati, fino ad oggi appannaggio di chi poteva permettersi bande e circuiti dedicati. Poiché è possibile anche l'utilizzo simultaneo del telefono senza dovere installare seconde linee o complessi apparati, ADSL è ancora più invitante per un mercato di utenti che usano applicativi tipici di "navigazione Internet", accesso alle informazioni (Distance Learning, training, e-commerce, e-business, home banking, telelavoro).

Un altro fattore che favorisce l'adozione di ADSL è la sicurezza e la qualità del servizio, tipicamente garantiti da protocolli di comunicazione che consentono la gestione della qualità dei servizi e di VPN. Questo spinge ad un'adozione favorevole di applicativi quali home banking, E-commerce, E-payment, di notariato elettronico e di scambio documenti dove la privacy è un elemento fondamentale (ad es. telemedicina, ma anche videoconferenza e altre applicazioni multimediali).

Nella pagina di seguito ecco un elenco dei macro vantaggi di ADSL

<b>Tipologia di benefici</b>	<b>Net Adv.</b>	<b>Motivazioni</b>
Costo	+/-	Viene concordemente ritenuto che per un'adozione su un mercato di massa, il prezzo avrà una dinamica decrescente nei prossimi 2-3 anni, dovuto in parte al contesto competitivo. ADSL potrebbe quindi spodestare tecnologie alternative, anche se, attualmente, i modelli di pricing lo pongono più costoso degli accessi a banda stretta (low speed network access, per esempio dial-up 56K oppure BRI ISDN). Al di sotto di un certo livello di costo, il valore percepito risiede nei servizi a valore aggiunto che ADSL rende disponibili, piuttosto che nella pura riduzione dei costi.
Tempo di utilizzo	+	Gli utenti impiegano molto meno tempo per scaricare dalla rete anche file di grosse dimensioni, grazie alla maggiore velocità del collegamento, mentre la caratteristica di always-on (sempre collegato) consente di annullare i tempi di latenza nella connessione, percepiti come disturbo, anche se non sono un fattore determinante.
Velocità e Latenza	+	ADSL è "always-on", ovvero sempre connessa, quindi i messaggi arrivano in tempo reale, questo è un plus per quelle applicazioni che hanno necessità di accedere in questa modalità alle informazioni (Tecnologia Push), oppure consentire dall'esterno di accedere alle proprie informazioni condivise (esempio di presenze web dove l'host è presso utente e non presso il provider, per svariati motivi, quali integrazione dei contenuti con basi dati che non possono risiedere altrove). Un caso pratico sono i miniportali, le presenze web, gli accessi a dati integrati con ERP aziendale, la pubblicazione di cataloghi in linea o di query on demand web-based.
Convenienza	++	Tra i vantaggi di "always-on" consideriamo la semplificazione del lavoro per chi crea soluzioni applicative, in quanto non si deve tenere conto di problematiche legate all'instaurazione della connessione. Questo cambia anche il modo in cui la gente affronta il "weblifestyle".
Qualità	++	La qualità tecnica della connessione indubbiamente migliore, e di maggiore velocità, consente finalmente l'uso di applicazioni a larga banda, quali la videoconferenza, Video Streaming audio MP3, Voce su IP.
Controllo e gestione	++	ADSL consente alle imprese e agli utilizzatori una configurazione flessibile del lavoro e della produzione, che si tramuta in vantaggi competitivi per le organizzazioni.
Accesso	+/-	ADSL fornisce anche accesso in modo controllato e sicuro non solo ad Internet ma anche alle reti aziendali, consentendo applicazioni intranet ed extranet, per

		connessioni fra il network di aziende (basti pensare al corporate purchasing o rapporto clienti/fornitori). Viene aumentata la capacità di raggiungere così obiettivi e mercati anche per le piccole e medie imprese.
--	--	---

Dalla tabella si evince che il Service Provider debba offrire non tanto ADSL di per sé quanto le applicazioni che traggono da ADSL beneficio. Ne risulta che il fattore trainante è quello applicativo, dove soprattutto il mercato SOHO su questa tematica viene considerato *very price elastic*. Punti di vista diversi pongono il price point ad un valore Massimo di circa of \$40/mese” (fonti US, sebbene lo Yankee Group suggerisca prezzi minori; tratto da “Speed At Any Price?”, *Telephony*, December 8, 1997). In Singapore e in Hong Kong, dove ADSL è utilizzata nella sua completezza, il “price point” potrebbe essere leggermente superiore.

Un fattore limitante è comunque la disponibilità, ovvero la copertura geografica, per cui questo è un fattore di cui tenere conto, nell’implementazione di servizi in aree dove ADSL non sia presente, costituisce un investimento non “redditizio”. Fattori al contorno come elementi trainanti o competitivi, l’architettura del local loop, leggi e regolamenti, fornitura e presenza di contenuti (content provisioning), individuano e condizionano le strategie di ciascuna telco o Internet provider.

## **2.4 Contesti applicativi e servizi**

### **2.4.1 Fast Internet access**

Di queste soluzioni applicative beneficiano generalmente tutte le categorie di utenti, specialmente quelle che accedono ad informazioni o servizi che richiedono una banda trasmissiva più ampia, perché le applicazioni contengono Multimedialità, filmati, flussi di dati continui (applicazioni di monitoring, di home banking, applicazioni di e-business, accesso a portali), ma anche a applicazioni quali training a distanza, videoconferenza, telemedicina, tanto per citarne alcune.

### **2.4.2 Always-on**

Questa funzionalità garantisce un rapido tempo di accesso con latenza zero nello stabilire la connessione ad Internet, in entrambi i versi, sia dal lato aziendale verso la rete o i siti remoti, sia dalla rete verso il proprio sito web, che viene quindi gestito e mantenuto in “house” per quelle strutture che hanno tale necessità. Si pensi a quelle applicazioni web-based di presenza in Internet, quali applicazioni di e-commerce, listini, sale force automation, dove questa applicazione interopera con i dati aziendali e quindi ha una maggiore difficoltà ad essere posta in outsourcing.

### **2.4.3 Leased line replacement**

Un mercato interessante per ADSL è costituito dalla sostituzione di linee dedicate (CDN), ovviamente nei limiti di banda consentiti dalla tecnologia ADSL.

La disponibilità di accesso a larga banda e a basso costo in ambito urbano può costituire in molti casi un’alternativa più economica ai CDN e consentire ai Service Provider di proporre servizi VPN IP particolarmente interessanti per i clienti, perché abbinano alla convenienza notevoli funzionalità aggiuntive.

Per comprendere gli aspetti tecnici ed economici più significativi conviene partire da alcuni dati e

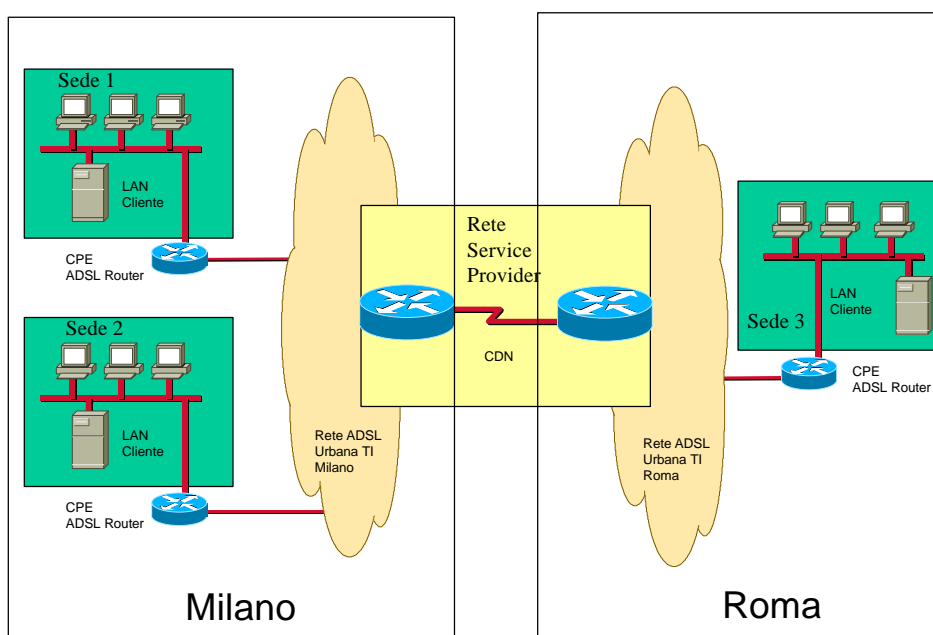


## 1. Costi dei CDN usati negli esempi

URBANO	5 Km	128 kbps	12.2 Milioni/anno
INTERURBANO	500 Km	128 kbps	33.3 Milioni/anno
INTERURBANO	500 Km	2 Mbps	179.7 Milioni/anno

Questi costi si basano sulle tariffe entrate in vigore il 1/1/1999 e sono reperibili sul sito dell'ANUIT (Associazione Nazionale Utenti Italiani di Telecomunicazioni).

## 2. Ipotesi di rete



**Fig. 2.2: Esempio di utilizzo di ADSL per CDN replacement**

Nella Figura 2.2 viene illustrata la situazione di un provider dotato di un POP a Roma e uno a Milano, che sfrutta ADSL per connettere le sedi del cliente, che sono due a Milano ed una a Roma. Si suppone che il servizio offerto consista nella connessione a livello IP delle varie LAN o, in altre parole, nella realizzazione di una Intranet aziendale.

Il servizio può essere realizzato in modo molto semplice ed efficace utilizzando dei router Cisco 7200 nei POP e la soluzione TAG VPN, basata sullo standard MPLS.

Sfruttando le funzioni di CAR (Committed Access Rate) e combinandole con le funzioni di QoS si può in generale fornire al cliente un servizio IP con precise garanzie di banda e di prestazioni, rendendolo comparabile ad un CDN o ad una connessione Frame Relay. Ovviamente nel caso specifico queste funzionalità sono applicabili al backbone gestito dal Service Provider, mentre per quanto riguarda l'accesso le garanzie che si possono dare sono strettamente dipendenti dalle caratteristiche del servizio ADSL (valori medi e di picco del cell-rate sui circuiti virtuali ATM).

Ai fini di fare una valutazione dei costi e potenziali benefici si immagini di connettere i due POP con un CDN da 2 Mb/s da 500 Km, da dedicare totalmente a questo servizio.

## 3. Analisi di massima dei singoli casi

I calcoli illustrati nel seguito hanno il solo scopo di dimostrare che la possibilità di offrire servizi alternativi ai CDN è concreta, prendendo in considerazione solo i puri costi trasmissivi e senza la pretesa di fare un'analisi precisa dei costi e del business model.

Il modello economico è simile a quello della fornitura di servizi Frame Relay, la differenza è costituita dal minore costo delle “code” urbane.

- **Connessioni Interurbane**

Collegare una sede di Milano con una sede di Roma attraverso una linea a 128kbps interurbana da 500Km costerebbe al cliente 33.3 milioni l'anno. Il Service Provider può offrire un servizio competitivo, perché sommando il costo di 1/16 del CDN a 2Mbps ( $179.7/16=11.2$ ) al costo di due servizi ADSL (supponiamo 2x4 milioni) si ottiene una cifra molto inferiore (19.2 milioni).

- **Connessioni urbane**

Interconnettere la Sede 1 con la Sede 2 con un CDN a 128kbps in ambito urbano costerebbe al cliente 12.2 Mil/anno. Anche in questo caso sfruttando ADSL il Service Provider ha la possibilità di fare una offerta competitiva (2x4 milioni), anche se con margini inferiori.

È evidente che esistono i presupposti per strutturare un'offerta di servizi che sia al tempo stesso vantaggiosa per il cliente e profittevole per il Service Provider, nonostante sia stato considerato un costo elevato della banda sul backbone, senza tener conto di economie di scala, sconti e possibilità di oversubscription.

#### 4. *Vantaggi competitivi dell'offerta*

Oltre al puro aspetto economico il Service Provider con questa soluzione di VPN su IP offre numerosi servizi evoluti, che si traducono in vantaggi per il cliente:

- grazie alla tecnologia TAG VPN, il servizio Intranet privato può essere integrato con l'accesso ad altre reti, consentendo ad esempio di sfruttare le medesime connessioni per intranet, Internet ed extranet, un valore aggiunto molto importante nell'era del commercio elettronico;
- è possibile offrire servizi integrati Dial-VPN, consentendo ad utenti con connessioni ISDN o POTS di collegarsi alla loro intranet aziendale così realizzata;
- la caratteristica asimmetrica di ADSL non è stata sinora presa in considerazione: in realtà il cliente ha a disposizione una banda maggiore in ricezione (rispetto ad un analogo servizio CDN o Frame Relay) e può sfruttarla soprattutto per la navigazione su Internet;
- indipendentemente dal numero di sedi, il cliente ottiene una connettività any-to-any e l'accesso ad Internet con un solo hop. Usando dei CDN (o anche delle connessioni Frame Relay) sarebbe molto difficile ottenere lo stesso risultato, per motivi di costo e di complessità gestionale si preferirebbe, infatti, una rete a stella, non completamente magliata. Questo importante beneficio di TAG VPN mostra concretamente il vantaggio ottenibile vendendo servizi IP (di livello 3), invece che pura connettività a livello 2;

## 2.5 *Var e System Integration*

Un posizionamento favorevole lo hanno, su questa tipologia di nuovo mercato, coloro che hanno l'opportunità di fornire applicazioni in outsourcing con naturale evoluzione dell'offerta alla clientela aziendale, avendo in ADSL un ottimo alleato e una tecnologia facilitante, soprattutto in ottica evolutiva dove la maggior parte delle applicazioni pensate per un contesto aziendale (struttura client server con logica a 3 livelli) soffrivano delle limitazioni di banda imposte dalle connessioni che non fossero linee dedicate e quindi linee di costi più elevati rispetto alle figure di costo ADSL.

## 2.6 Voice over DSL

Tra i servizi basati su ADSL di maggiore interesse per un Service Provider alternativo, possiamo identificare il trasporto della voce a pacchetto attraverso linee ADSL.

In effetti, la compressione della voce ed il suo trasporto su rete a pacchetto (IP, Frame Relay od ATM) non ha nulla di diverso quando l'accesso all'utente viene realizzato in tecnica ADSL, Cable, Wireless, tramite linea dedicata, ISDN o tradizionale linea dial-up. Tuttavia, la maggior banda disponibile con ADSL ed il fatto che, comunque, viene richiesta in sede d'utente l'installazione di elettronica attiva, rende la proposta di voce a pacchetto su ADSL particolarmente interessante da un punto di vista economico e di competitività. Per semplicità, chiameremo questo servizio VoDSL nel seguito.

L'osservazione più immediata che nasce quando si considera VoDSL deriva dalla possibilità tecnica di trasportare comunque la voce in banda base sulla linea in rame, dal telefono dell'abbonato sino alla centrale, in modo trasparente. Quindi perché la "complicazione" della voce a pacchetto su ADSL?

I vantaggi si possono sintetizzare come segue:

- l'offerta può rientrare in un "bundle" di servizi attivi sulla linea ADSL tramite lo stesso apparato d'utente, con tariffe particolarmente vantaggiose conseguibili per via del trasporto attraverso rete integrata (tutto viaggia "a pacchetto" sulla medesima infrastruttura);
- VoDSL consente al Service Provider alternativo di dislocare le centrali di commutazione telefoniche in siti sufficientemente baricentrici, senza necessariamente installare un proprio switch (o multiplatore) telefonico in ogni centrale dove viene dato accesso al rame in unbundling. La voce viene "remotizzata" tramite trasporto a pacchetto;
- il costo incrementale dato dalle porte telefoniche nei modem DSL è decisamente contenuto, soprattutto se comparato con il costo incrementale dato da una equivalente porta d'utente all'interno di una centrale telefonica tradizionale;
- gli oneri di manutenzione, rinnovo per obsolescenza e parte dell'investimento iniziale relativi al cosiddetto "attacco d'utente" sono spostati all'interno del CPE ADSL.

Senza la pretesa di una trattazione completa delle diverse modalità di offerta di VoDSL, possiamo brevemente classificarne le tipologie in:

*Servizi "managed voice" per grossa utenza affari.*

Si intende con questo il trasporto di voce e dati in maniera integrata, attraverso una rete geografica, da sedi remote verso gli head-quarters.

I vantaggi che se ne conseguono sono legati alla riduzione dei costi ricorrenti e dei costi di provisioning e alla semplificazione nella gestione e nell'esercizio.

Il caso del collegamento VoDSL di sedi remote per grossa utenza affari (Enterprise) è rappresentato in Figura 2.3.

In questa configurazione i router di utente offrono il trasporto della voce su IP, sia attraverso interfacce analogiche (FXS, FXO) per il collegamento di telefoni o PBX remoti, che attraverso interfacce ISDN.

Il controllo della chiamata e l'instradamento possono avvenire attraverso un Gatekeeper e tramite il protocollo H.323.

Gli apparati in sede d'utente possono essere router delle famiglie 1700, 2600 e 3600, collegabili a modem ADSL con interfaccia ATM Forum a 25 Mbit/s o con interfaccia Ethernet. Per queste famiglie di router multiservizio sono previsti adattatori di rete ADSL che consentiranno di eliminare il costo del modem ADSL esterno, e di semplificarne installazione ed esercizio.

L'offerta Cisco in questo segmento è meglio illustrata nel Capitolo 3.

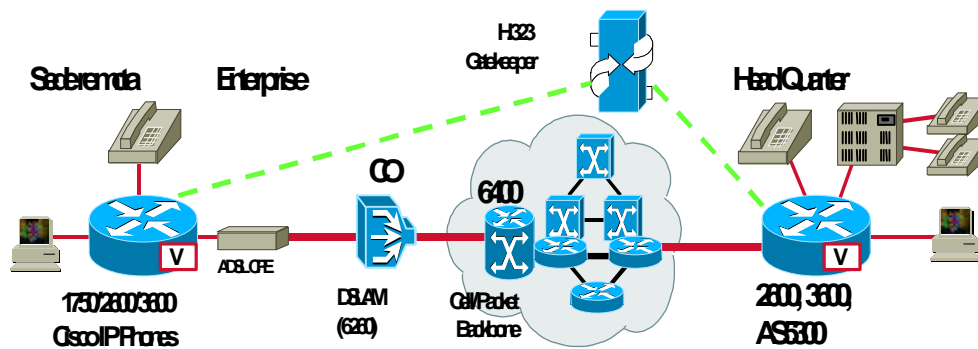


Fig. 2.3: Enterprise environment

Servizi "managed voice" per utenza SOHO e Telecommuters.

S'intende con questo il trasporto di traffico generato da terminali remoti di PBX verso la sede centrale, dove il PBX risiede.

Nel caso di PBX basati su IP, i terminali sono Cisco IP Phone, controllati da un Call Manager centrale tramite protocollo MGCP; la voce viene già compressa e convertita a pacchetto nel terminale IP Phone e, attraverso il loop ADSL e la rete ATM ed IP, è instradata verso la sede centrale della Corporate.

Nel caso di terminali analogici tradizionali, si farà uso di router ADSL con interfacce voce analogiche, controllato tramite protocollo MGCP, con compressione e trasporto della voce su IP e caratteristiche di routing e di servizio tipiche della fascia di prodotti per utenza SOHO e SMB (ad esempio Cisco 800).

La configurazione è rappresentata in Figura 2.4

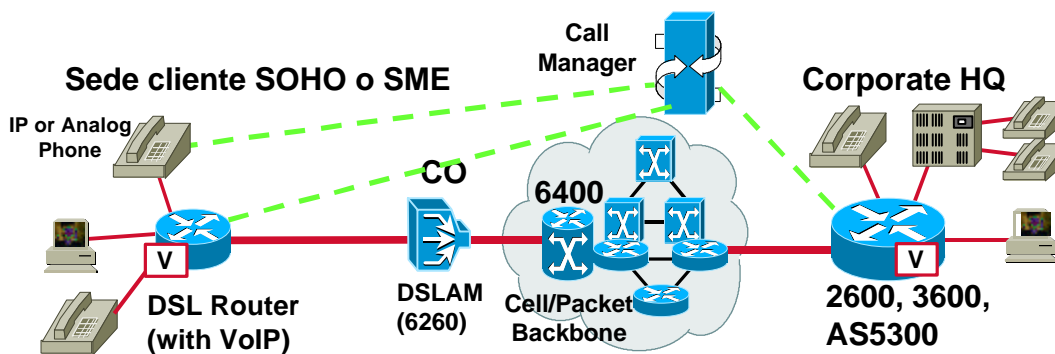


Fig. 2.4: SOHO environment

## 2.7 Video over DSL

I servizi video sono oggi distribuiti in molti modi attraverso i sistemi di accesso ADSL.

L'adozione di massa di questi metodi è stata limitata da diverse ragioni, prima di tutte la scarsa qualità dell'immagine, il frame-rate troppo basso e gli eccessivi requisiti di banda. Inoltre, nelle prime realizzazioni di video over DSL si avevano anche limitazioni date dalla rete nel trasporto multicast.

D'altra parte, non è possibile assumere che ADSL sia in grado di trasportare realmente i 5 o 6 Mbit/s necessari per video MPEG-2 di buona qualità a tutti gli utenti connessi, dato che i circuiti in rame adatti a raggiungere tali velocità non sono che una piccola percentuale del totale.

Cisco, nella definizione dell'architettura per il trasporto del video ad utenti ADSL, riconosce la necessità di operare con nuovi sistemi di codifica delle immagini in grado di impiegare bit-rate ridotto e di sfruttare al meglio le capacità di multicast della rete IP.

L'architettura di riferimento per il trasporto di Video su ADSL è condivisa con una serie di partner che operano nei segmenti della codifica real time, dell'event scheduling, del software di Electronic Program Guide e della distribuzione dei contenuti.

Il segnale Video è trasmesso attraverso la rete IP in modalità Multicast, come stream continuo di pacchetti contenenti le informazioni Audio e Video su sessioni RTP distinte. La rete di trasporto di questi flussi multicast è una rete "overlay" a QoS garantita, che connette direttamente ai POP dei Service Provider tramite multicast IP via satellite.

Cisco fornisce soluzioni di Data Broadcasting DVB-S via satellite, in grado di operare con gli uplink satellitari più diffusi in Europa.

Le informazioni di testo e grafica, associati al singolo programma o al palinsesto, viaggiano invece tramite la rete Internet, in modalità "best effort", sino a raggiungere l'ISP. A questo punto video/audio e grafica sono ricombinati all'interno della Server Farm dell'ISP ed inviati al Web browser del cliente attraverso ADSL.

Per abilitare servizi di tipo "Pay Per View", Cisco ha sviluppato una specifica prestazione di autenticazione all'interno del portal Service Selection Gateway (prodotto Cisco 6400), in grado di abilitare selettivamente la distribuzione dei flussi in Multicast ai diversi utenti, a valle della loro autenticazione e registrazione al servizio.

Un esempio di architettura di distribuzione video tramite ADSL è anche quella che fa uso della tecnologia Cisco IP-TV.

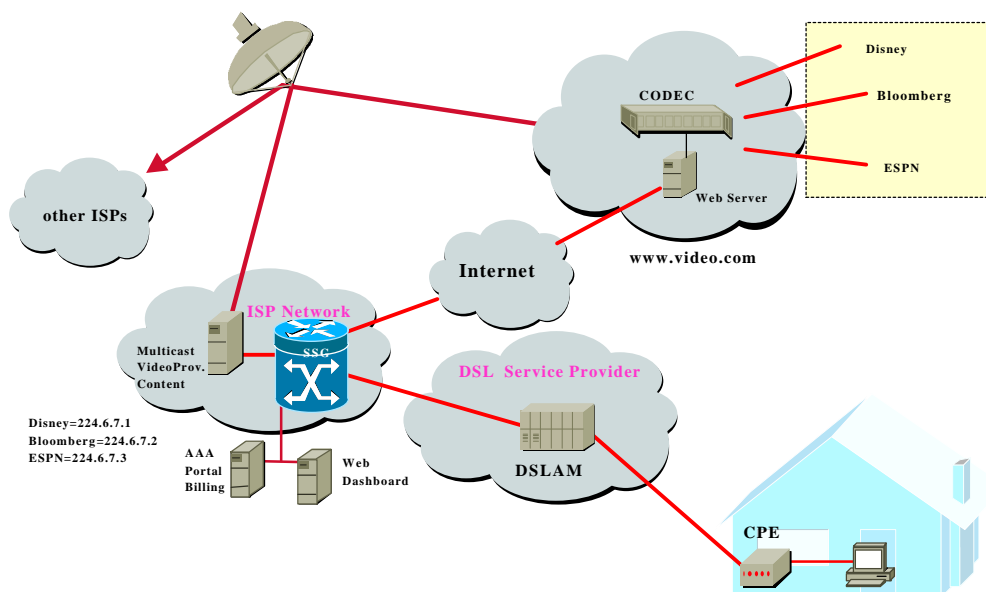


Fig. 2.5: Struttura di Video over ADSL

## 3 L'Offerta Cisco

### 3.1 Caratteristiche dell'offerta Cisco Systems, Inc.

L'offerta di sistemi e soluzioni di rete basate su accessi xDSL, proposta da Cisco, si caratterizza per una serie di elementi competitivi dal punto di vista tecnico e delle funzionalità offerte:

#### Router DSL per il segmento Small & Medium Business

La presenza di Cisco Systems nel mercato dei router per l'utenza SMB si riassume con oltre il 55% di market share alla fine del 1999. Oltre a ragioni di mercato e di corretta realizzazione delle strategie di business, il successo in questo segmento è dato dalle caratteristiche tecniche dei prodotti e di Cisco IOS.

Gli stessi vantaggi offerti da Cisco IOS nei router tradizionali per il segmento SMB sono oggi presenti sui router ADSL di Cisco, in particolare Cisco 1417 e a breve su altri router della famiglia 800, 1700, 2600 e 3600.

Entro la fine del 2000, tutti i router Cisco IOS™ per il mercato SMB ed Enterprise saranno dotati di interfaccia di rete ADSL o anche G.shdsl, a tutto vantaggio dell'economia ed esercibilità della soluzione.

Naturalmente, tutto ciò garantendo la piena interoperabilità con i DSLAM dei maggiori fornitori.

#### Smart DSLAM

Sfruttando la linea di discontinuità tecnologica che esiste tra DSLAM di prima generazione (di fatto semplici MUX ADSL con interfaccia ATM) e quelli di seconda generazione (switch ATM con interfacce xDSL e supporto dei servizi di livello 3), Cisco ha conquistato un ruolo di sempre maggiore competitività sul mercato dei DSLAM ADSL, a partire dall'introduzione sul mercato di Cisco 6200 e Cisco 6260.

Questo ruolo viene confermato dal crescente numero di operatori che, in ambito europeo ed internazionale, hanno scelto Cisco per i propri nodi di accesso ADSL.

I vantaggi:

- Supporto delle classi di traffico ATM per gli utenti ADSL, con funzioni di policing, queuing, selective discard tipiche di uno switch ATM per operatore pubblico; questa è una precondizione per l'offerta reale della voce (VoIP o VoATM) e dei servizi video tramite ADSL.
- Connessioni ATM semi-permanenti o commutate su base segnalazione, tramite protocolli ATM Forum UNI 3.1 e 4.0 e P-NNI 1.0. Il supporto della segnalazione consente la realizzazione delle connessioni ATM da nodi DSLAM ad aggregatore, attraverso la rete ATM, tramite Soft-PVC. Inoltre la macchina è pronta per l'offerta di ATM commutato sui link ADSL (ad esempio per il supporto di PPPoA tramite circuiti SVC).
- Traffic shaping da DSLAM verso la rete ATM: ciò consente un'accurata ingegnerizzazione del traffico a livello ATM ed il rispetto del Service Level Agreement e del contratto di traffico tra fornitore degli accessi di rete ADSL ed il fornitore del trasporto ATM.
- Organizzazione di più DSLAM in "cluster" che costituiscono DSLAM logici estesi, con impiego efficiente di un unico truck (eventualmente ridonato) verso la rete di trasporto ATM, che multipla il traffico di tutti i nodi nel cluster.  
Questa prestazione, nota come "subtending", permette di ottenere un trasporto economicamente conveniente del traffico proveniente da più nodi 6260 attraverso un unico link geografico. Inoltre, tramite "subtending", è possibile realizzare DSLAM molto potenti in termini di porte, senza una richiesta penalizzante di connettività ATM.  
L'offerta di "subtending" viene realizzata tramite particolari algoritmi interni ai nodi che assicurino la "fairness" tra tutte le porte d'utente, indipendentemente dal nodo 6260 al quale

- Supporto di Early Packet Discard (EPD) e Partial Packet Discard (PPD): queste sono funzioni di scarto "IP aware", ben note nel mondo del traffic management ATM, che portano ad un più rapido recupero della situazione di congestione nel caso in cui la rete ATM ed il DSLAM siano caricati con traffico elevato di tipo TCP/IP. In ultima analisi, si ottiene un netto incremento del traffico utile trasportato a livello TCP/IP.
- Interoperabilità con i modem ADSL dei maggiori fornitori, con ottima prestazione di linea.
- Gestione del nodo DSLAM Cisco tramite il medesimo sistema di Network Management ed Element Management utilizzato per il nodo di aggregazione Cisco 6400; questa caratteristica porta a semplicità di gestione, rapidità nel provisioning, training unico per il personale di rete e minori costi di esercizio.

### **Broadband Access Server e nodi di aggregazione**

La possibilità di realizzare determinati tipi di servizio tramite reti di accesso ADSL, oltre al semplice servizio "Fast Internet", è determinata dalla scelta e dalle funzionalità dei CPE ADSL e dei nodi di aggregazione che raccolgono il traffico proveniente dai diversi DSLAM. Infatti, a questi due livelli di rete, si opera sul traffico IP e si effettua il trattamento delle sessioni di utente.

- L'offerta Cisco per i nodi di aggregazione è basata principalmente sui nodi Cisco 6400 e Cisco 7200, in quanto espressamente progettato il primo per funzioni di Broadband Access Server (BAS) ed estremamente scalabile e versatile il secondo. Nel caso in cui vi siano esigenze contenute in termini di sessioni trattate e di traffico commutato, alcune delle funzionalità di aggregazione ADSL possono essere realizzate anche con router Cisco delle famiglie 4500 e 3600.

- Cisco 6400 offre una serie di caratteristiche che, con oltre 190 clienti al mondo, ne fanno il leader nel segmento dei BAS:

- Funzioni di switch ATM completo e di un potente router di aggregazione nella stessa macchina; la quantità e la tipologia delle interfacce ATM, il numero delle schede di routing IP e la serie di prestazioni software possono essere scelte in funzione delle reali esigenze di connettività e servizio dell'operatore e modificate successivamente. Di fatto, Cisco 6400 può essere impiegato sia come nodo BAS al centro della rete di un operatore pubblico che come aggregatore "edge" nella rete dell'ISP; con la stessa flessibilità, Cisco 6400 può essere installato inizialmente come nodo di moltiplicazione ATM a ridosso dei DSLAM e successivamente fatto migrare a nodo di aggregazione.

- Estrema scalabilità nel numero delle sessioni PPP over ATM e PPP over Ethernet trattate; questa caratteristica (14.000 sessioni), destinata ad essere ulteriormente migliorata nell'immediato futuro, permette di utilizzare Cisco 6400 per la reale diffusione mass-market di ADSL.

- Realizzazione di tutti i 9 modelli di networking che possono essere configurati al di sopra dell'accesso ADSL/ATM (ATM Routing Bridging. La scelta di Cisco 6400 non vincola l'operatore di rete o l'ISP alla scelta definitiva di uno o alcuni modelli di networking. I modelli di networking possono essere scelti in funzioni dei modelli di business da supportare ed attivati contemporaneamente sullo stesso nodo.

- Ottimizzazione anche nei modelli di networking meno evoluti, quali il "bridging", tramite soluzioni specifiche per migliorare scalabilità e sicurezza: Integrated Routing Bridging (IRB) e Routed Bridge Encapsulation (RBE).

- Supporto di accesso a reti private tramite tecnica MPLS, per le connessioni alle Corporate o agli ISP.

- Realizzazione automatizzata delle connessioni semi-permanenti da BAS ai DSLAM tramite approccio Soft-PVC. Questa prestazione, usata con successo da diversi clienti per la diffusione di ADSL su larga scala, consente di creare connessioni ATM tramite primitive interne di

segnalazione, evitando l'utilizzo di un sistema di gestione distinto per ogni segmento della connessione ATM.

- Selezione del Service Provider a livello 2, tramite la componente "domain" della username (user@domain.com); questo approccio realizza una completa emulazione dell'accesso dial-up, tanto nel modello di rete che nei sistemi di AAA che lo supportano.

- Selezione del Service Provider a livello 3, tramite "Service Selection Gateway". Cisco 6400 offre la possibilità di accedere ad un server Web che si occupa dell'autenticazione dell'utente e della apertura di sessioni PPP multiple verso tutti gli ISP selezionati dall'utente stesso. Una prestazione di questo genere permette di gestire l'autenticazione ed il billing su base sessione PPP anche per quegli utenti che accedono ai servizi in modalità "bridging". Inoltre Service Selection Gateway è un potente strumento di differenziazione dell'offerta e di marketing.

- Aggregazione ed offerta dei servizi sopra indicati per tutti i tipi di accesso d'utente, da ADSL a dial-up, a cable e wireless.

- Gestione e flow-through provisioning integrati di Cisco 6400 e Cisco 6260 tramite unica piattaforma di gestione: Cisco Element Management Framework (CEMF).

### Sistema di gestione e provisioning

- La configurazione di sistemi di trasporto e modelli di networking così complessi come quelli presenti nelle attuali reti ADSL spesso si scontra con la diffusione dei servizi sul mercato di massa e porta a tempi di attivazione del servizio non accettabili.
- Uno dei principali elementi di vantaggio della soluzione end-to-end Cisco risiede proprio nella gestione integrata del layer di aggregazione (Cisco 6400), del layer di accesso ADSL (Cisco 6260) e del layer di utente (CPE ADSL), tramite la piattaforma di gestione e provisioning Cisco Element Management Framework (CEMF) e dei relativi pacchetti software di gestione degli elementi di rete: Service Connection Manager (SCM) e Cisco DSL Manager (CDM).
- La configurazione integrata degli elementi di rete, la raccolta e correlazione degli allarmi, il Performance Monitoring, l'event browsing e l'inventario sono alcune delle caratteristiche rese disponibili in modo integrato dal sistema di gestione.

A questo si affianca un modello completo di "self-configuration" e di "automated provisioning" che, mutuato da quanto sviluppato con alcuni partner nel mondo Cable / DOCSIS, consente al singolo cliente di accedere tramite Web browser ad un sistema di configurazione del proprio profilo e, tramite server LDAP e DHCP, di tracciare le variazioni del profilo di utente e procedere al provisioning dell'utente stesso. Questa è la chiave del Provisioning integrato per le diverse soluzioni di accesso, che costituisce la base per la diffusione di massa dei servizi a larga banda.

## **3.2 Evoluzione delle soluzioni**

### *Servizi telefonici ed ADSL per utenza residenziale.*

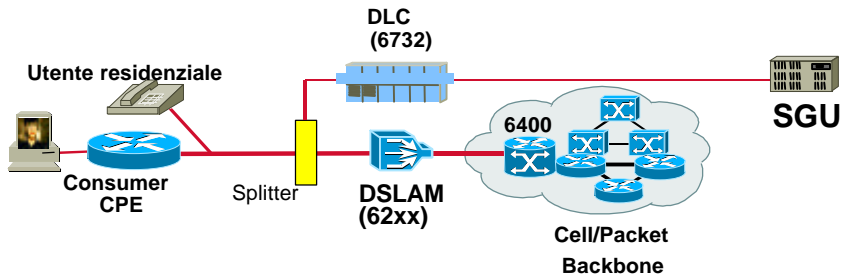
Come indicato precedentemente, la tecnica più tradizionale prevede il trasporto contemporaneo della voce e dei segnali ADSL sullo stesso rilegamento d'utente tramite "divisione di frequenza" e l'estrazione della voce tramite "splitter", per il suo invio alla centrale telefonica o a un multiplexer di centrale.

Sebbene questo sia un approccio per nulla innovativo, esisterà un numero consistente di utenti residenziali connessi alla rete dati ed alla rete telefonica tramite questa tecnica. L'offerta Cisco permette di servire gli utenti POTS e ISDN connessi a multiplatore tramite apparati noti come "Digital Loop Carrier", della famiglia Cisco 6700.

Tali apparati consentono l'attestazione diretta di utenti residenziali POTS e ISDN, nonché il collegamento di terminali remoti multiservizio (Integrated Access Devices – IAD) per utenza



business; il trasporto del traffico multiplato verrà effettuato tramite interfacce standard di collegamento alle centrali telefoniche o attraverso una rete ATM o IP. La configurazione in Figura 3.1 illustra quanto sopra descritto.

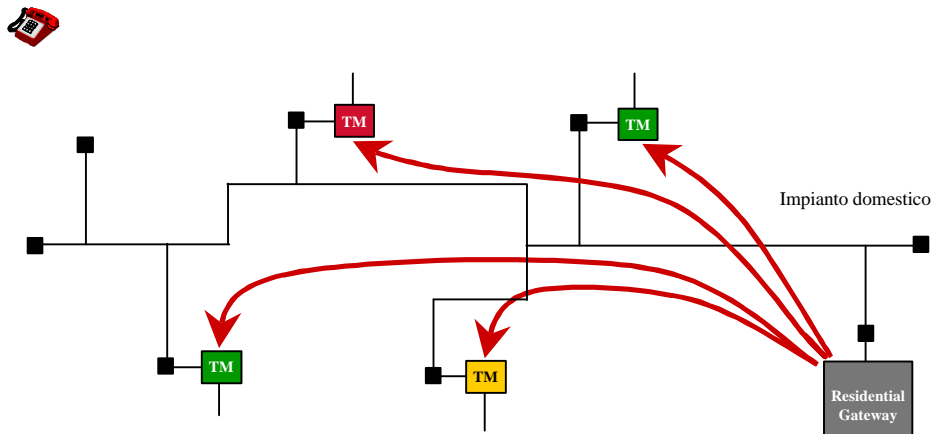


**Fig. 3.1: Residential environment**

*Servizi di "local loop replacement" per utenza residenziale.*

In questo caso la voce è compressa e convertita (su IP o su ATM) direttamente dal Residential Gateway ADSL per l'utente residenziale.

Tale gateway potrà servire più di un apparecchio telefonico e più di un Personal Computer tramite una LAN domestica realizzata sul cablaggio telefonico preesistente. In particolare, la tecnologia MaxComm consentirà al Residential Gateway (Acquisito da Cisco nel 1999) di servire più apparecchi telefonici sullo stesso impianto di casa, coesistendo con accessi dati di tipo HomePNA nell'ambito della stessa LAN domestica, come mostrato in Figura 3.2.



**Fig. 3.2: Local Loop Replacement**

Si sviluppa in questo contesto un concetto di vero e proprio “Residential Gateway” integrato, come illustrato in Figura 3.3, in grado di fornire accesso ad Internet, voce a pacchetto e controllo degli apparati domestici attraverso una singola linea ADSL.

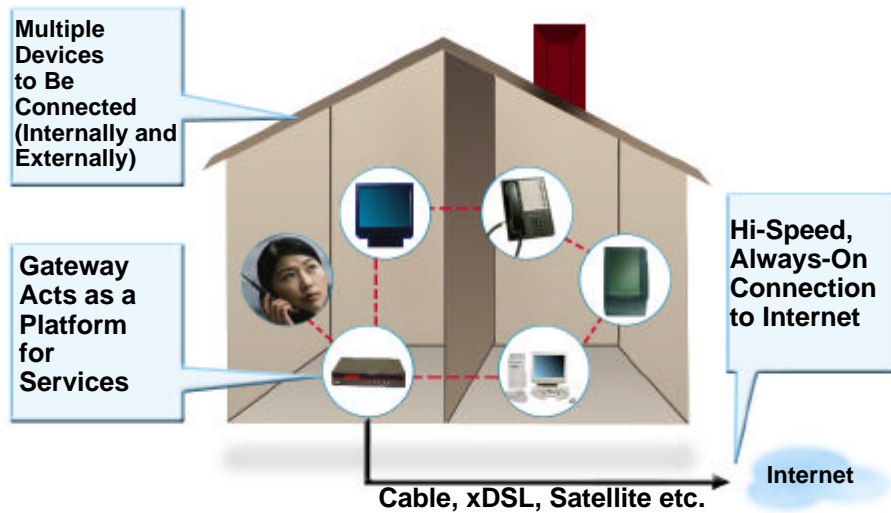


Fig. 3.3: Residential Gateway

Il controllo della chiamata è effettuato da un Call Manager esterno, tramite protocollo MGCP o SIP; l’architettura consente di effettuare chiamate on-net tra utenti residenziali VoADSL della rete a pacchetto o di instradare le chiamate da utenti VoADSL della rete a pacchetto verso la rete telefonica tradizionale. In tal caso la rete IP o ATM può essere connessa alla rete telefonica a livello di centrale SGU o a livello SGT; questa configurazione è mostrata in Figura 3.4.

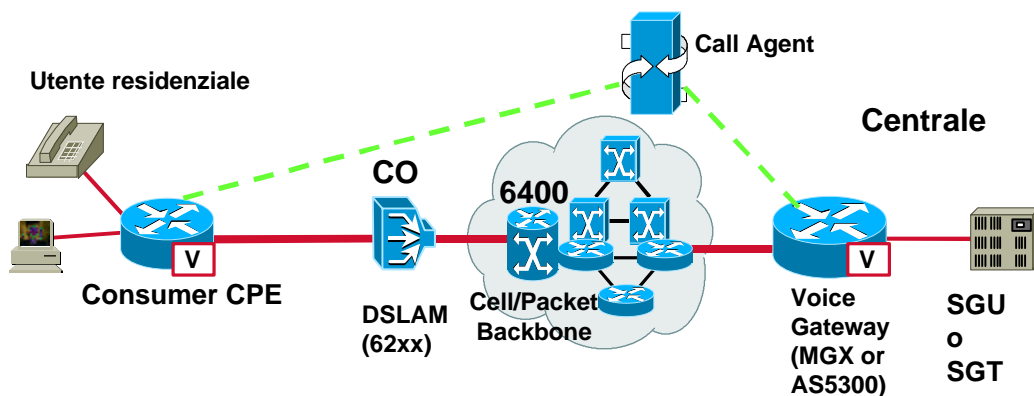


Fig. 3.4: Voice over ADSL

Infine sono previsti nuovi modelli e moduli che supportano ADSL per le famiglie di router Cisco 800, Cisco 2600 e Cisco 3600.

### 3.3 Scenari applicativi

In questo paragrafo descriviamo alcune architetture tipiche in cui viene coinvolta la tecnologia ADSL.

Gli scenari in cui ADSL può essere impiegata differiscono notevolmente a seconda dell'operatore coinvolto.

Abbiamo quindi immaginato la situazione del provider medio-piccolo, ma anche in quelli di una compagnia di telecomunicazioni analizzando velocemente le possibili soluzioni di impiego della tecnologia ADSL.

#### 3.3.1 Service Provider

Il primo caso analizzato è quello del provider che, usufruendo dell'offerta wholesale, offre connessioni ADSL rivolte ai propri Clienti.

L'ISP non ha visibilità dell'infrastruttura di rete dell'operatore di Telecomunicazioni: deve solo dotarsi di un router con una porta ATM (Cisco 7200 e Cisco 6400 per esempio) e acquistare presso l'operatore una connessione alla rete ATMosfera scegliendo opportunamente la distribuzione delle porte sui DSLAM delle zone in cui vuole distribuire la connettività ADSL e la banda trasmissiva totale da convogliare sulla rete ATM.

Eventualmente può attrezzarsi con un server per raccogliere i dati di IP accounting e quindi misurare il consumo di banda dei propri Clienti connessi mediante ADSL3 e con un sistema di AAA a degli indirizzi IP (RADIUS e/o DHCP).

L'ISP può facilmente focalizzarsi sul Cliente ed offrire soluzioni molto flessibili ed eventualmente vendere ai propri Clienti apparati CPE che possono essere anche gestibili remotamente.

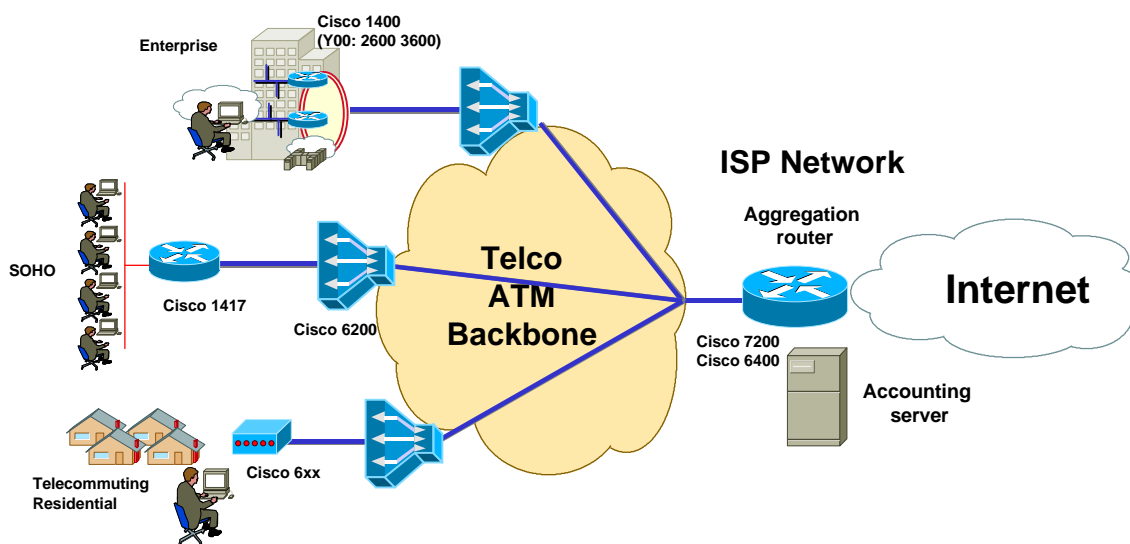


Fig. 3.5: Architettura ADSL per gli Internet Service Provider

Nella soluzione mostrata in figura 3.5 gli apparati CPE appartengono alle famiglie 600 e 1400.

I primi sono molto adatti all'utenza residenziale o ai telelavoratori, mentre i secondi sono più adatti ad un'utenza SOHO oppure per aziende di dimensioni medie.

Nella figura appaiono anche i router delle famiglie 2600 e 3600. Questi possono connettersi alla linea ADSL (una o più linee) tramite interfaccia ATMF - 25 o Ethernet o modem esterno. Nel corso dell'anno 2000 è previsto l'annuncio di moduli integrati ADSL per queste famiglie di router. L'aggregazione delle connessioni ADSL viene effettuata da router di fascia alta dotati di interfacce ATM, per esempio Cisco 7200 e il più potente Cisco 6400.

### 3.3.2 Operatore Telco con propria infrastruttura

In questo caso risulta coinvolto un operatore Telco: a differenza dell'ISP un operatore nazionale si focalizza maggiormente sulla rete ATM che fa da trasporto e che connette gli ISP ai DSLAM distribuiti sul territorio.

Alcuni aspetti importanti sono quelli del provisioning e della gestione della rete.

Attualmente questa configurazione è stata realizzata solo da Telecom Italia in quanto Incumbent Operator. Con l'avvento dell'unbundling altri operatori potranno noleggiare la rete di accesso in rame di Telecom Italia e quindi potranno dotarsi di una propria struttura.

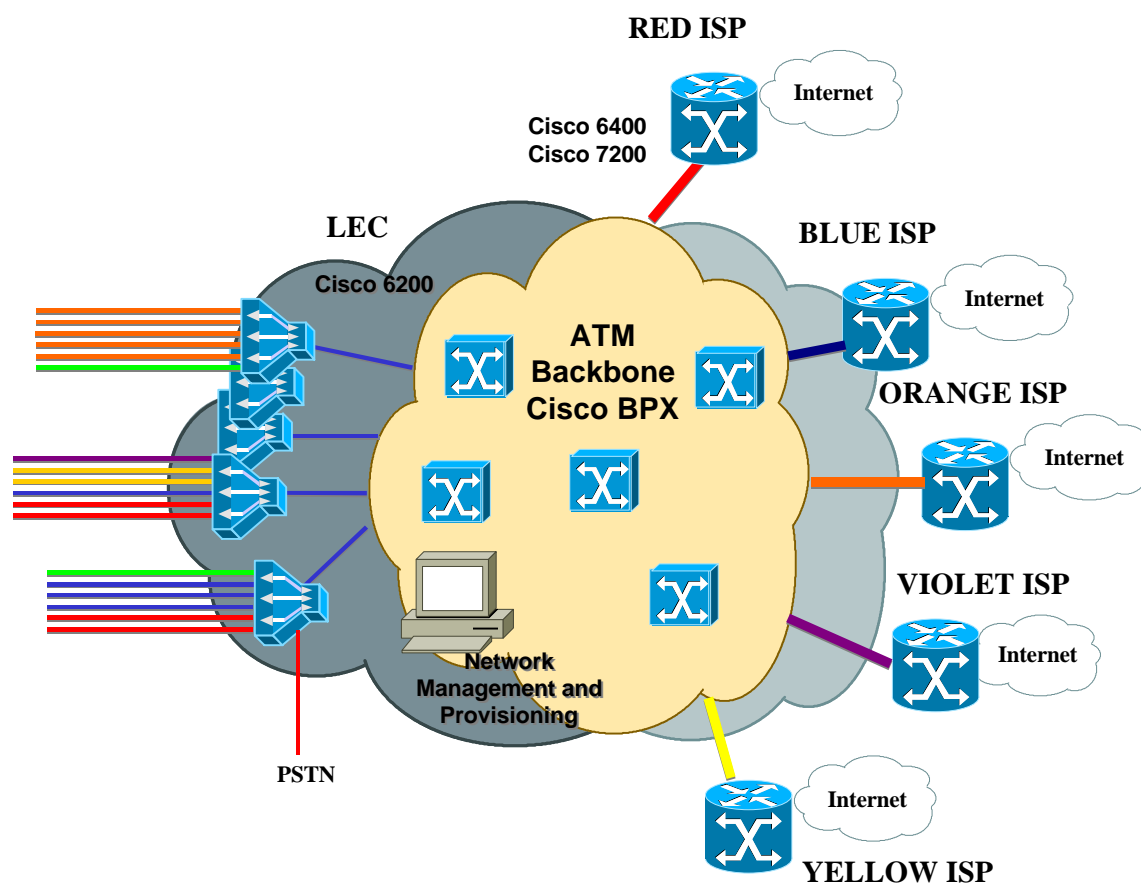


Fig. 3.6: Operatore dotato di propria infrastruttura

In questa architettura (Figura 3.6) l'operatore deve creare un'infrastruttura di trasporto ATM (utilizzando per esempio gli switch Cisco BPX) e raccorderla presso le centrali Telecom ai propri DSLAM (Cisco 6260).

L'aggregazione viene effettuata presso gli ISP mediante Cisco 7200 oppure Cisco 6400.

### 3.3.3 Operatore Telco che utilizza trasporto IP

Una variante all'architettura esposta nel paragrafo precedente è quella basata su un'infrastruttura di trasporto IP.

In questo caso le sessioni PPP provenienti dagli utenti connessi ai DSLAM vengono terminate immediatamente da un router di aggregazione che è direttamente connesso ai DSLAM, oppure trasportate su IP mediante L2TP, fino all'ISP.

In questo modo i dati possono essere trasportati su protocollo IP fino alle reti degli ISP.

Questa soluzione offre tutti i vantaggi intrinseci di una soluzione IP. Ha però il vantaggio di non richiedere una rete ATM geografica molto estesa: ATM, essendo necessario solo per ADSL, è, infatti, presente solo tra il DSLAM e il router di aggregazione che gli è posizionato accanto.

Anche in questa situazione occorre concentrarsi sul provisioning e sulla gestione della rete.

Questa soluzione (Figura 3.7) è particolarmente adatta ad un operatore già provvisto di un backbone IP in quanto lo può utilizzare per fornire un nuovo servizio.

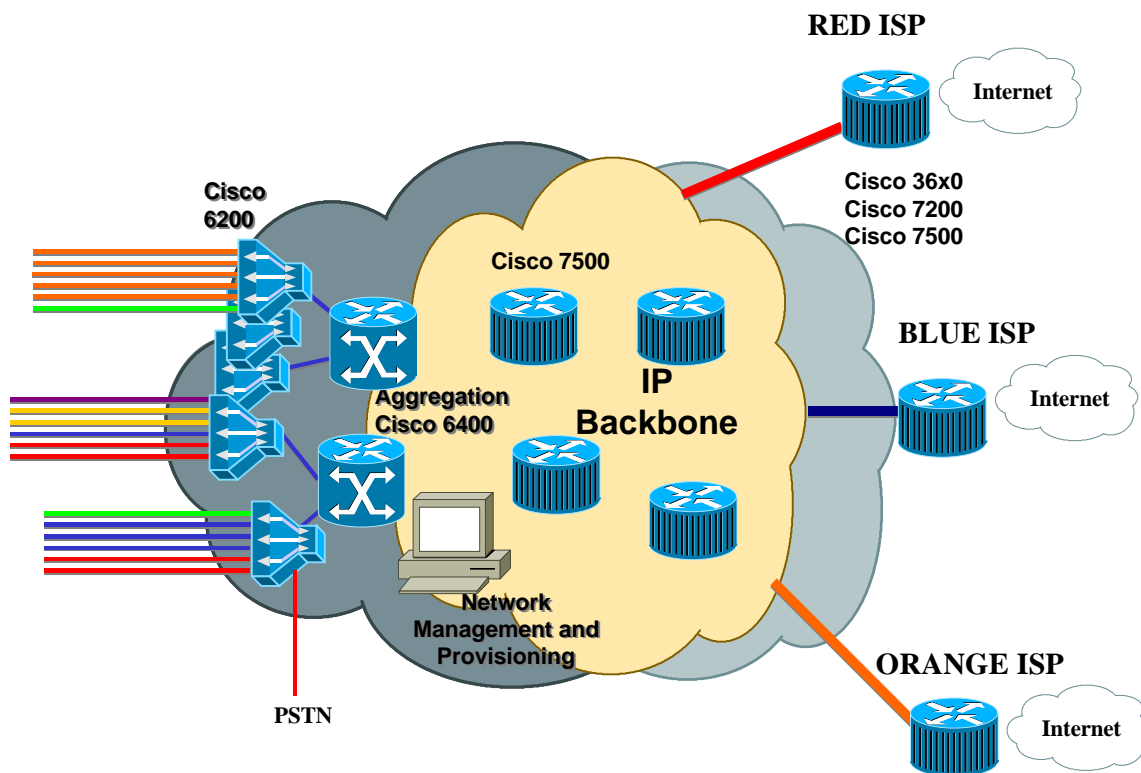


Fig. 3.7: Operatore con infrastruttura di trasporto IP

In questo caso l'autenticazione degli utenti può essere effettuata in due modi, che analizziamo nel paragrafo successivo.

### 3.3.4 Metodi utilizzabili per l'autenticazione

Nel progettare soluzioni basate su tecnologia ADSL, uno degli aspetti più importanti è l'autenticazione degli utenti. Tuttavia, occorre considerare che il Service Provider può utilizzare in gran parte le soluzioni già operative, basate per esempio su RADIUS.

Uno dei vantaggi di ADSL è, infatti, quello di poter autenticare gli utenti mediante un server RADIUS.

In questo caso è possibile pensare a due alternative: la prima prevede che l'autenticazione sia effettuata dall'operatore, mentre la seconda prevede che l'autenticazione sia raccolta dall'operatore e quindi inviata in proxy verso il Service Provider, il quale autentica l'utente e concede i diritti di rete.

Mentre nel primo caso l'operatore deve gestire l'intero Database utenti dei Clienti di tutti gli ISP cui fornisce trasporto ATM/ADSL, nel secondo caso la richiesta di autenticazione è inviata via proxy al Service Provider di competenza.

Il server Proxy Radius contiene quindi solo le informazioni relative al Service Provider cui deve fare riferimento per autenticare ciascun utente.

Queste due soluzioni sono applicabili ovviamente se si utilizza PPP come protocollo di trasporto per le informazioni relative all'utente: in tal caso è possibile anche raccogliere dati molto importanti relativi alla sessione dell'utente stesso, quali la durata e il traffico generato in entrambe le direzioni.

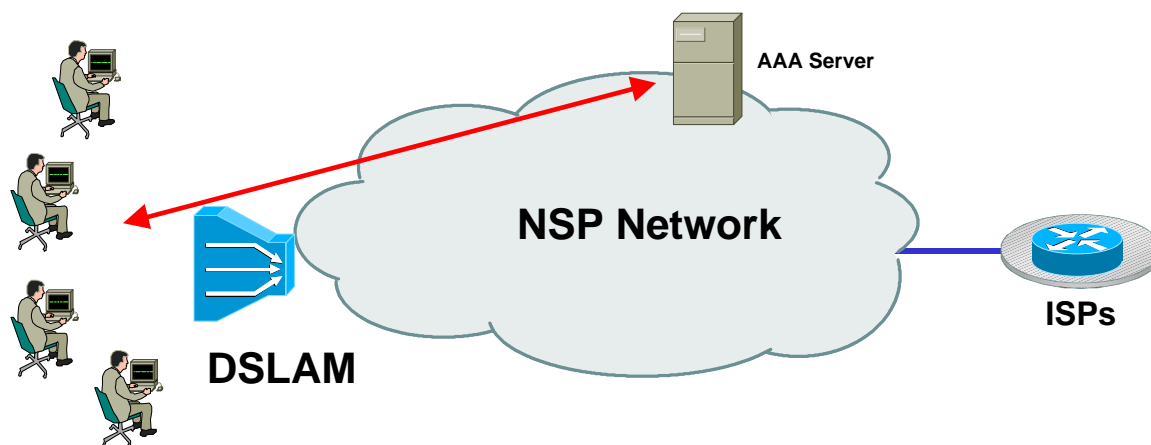


Fig. 3.8: Autenticazione centralizzata

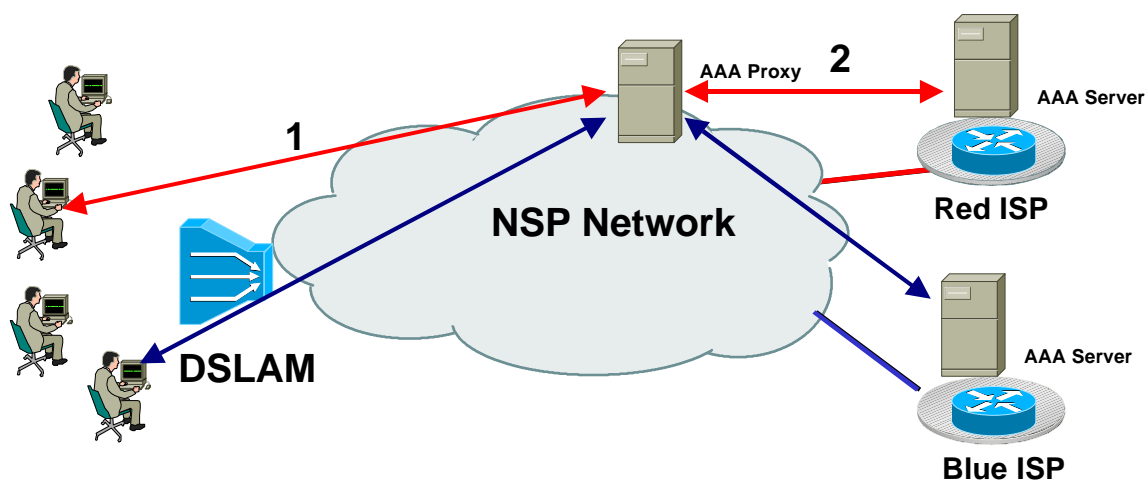


Fig. 3.9: Autenticazione via proxy

### 3.3.5 Scenari applicabili nell'ambito Enterprise

In questo paragrafo mostriamo alcuni utilizzi di ADSL applicabili alla realtà Enterprise.

La Figura 3.10 mostra una classica applicazione di voce su ADSL. Nella sede remota la connettività è assicurata da un modem ADSL, mentre la voce viene raccolta da un router 1750, il più piccolo dei router dotati di interfacce voce.

All'altra estremità è possibile notare una classica architettura VoIP basata sui router 2600 e 3600 che permettono anche l'interfacciamento di un PBX.

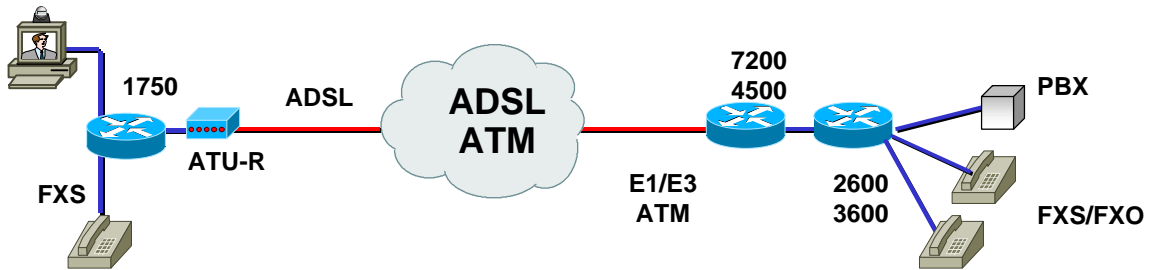


Fig. 3.10: Voice Over ADSL

La Figura 3.11 mostra l'evoluzione della gamma dei prodotti ADSL studiati per le famiglie di router Cisco 2600 e 3600: si tratta di Network Module con interfacce ADSL che permetteranno anche il collegamento Multilink PPP su due collegamenti ADSL singoli.

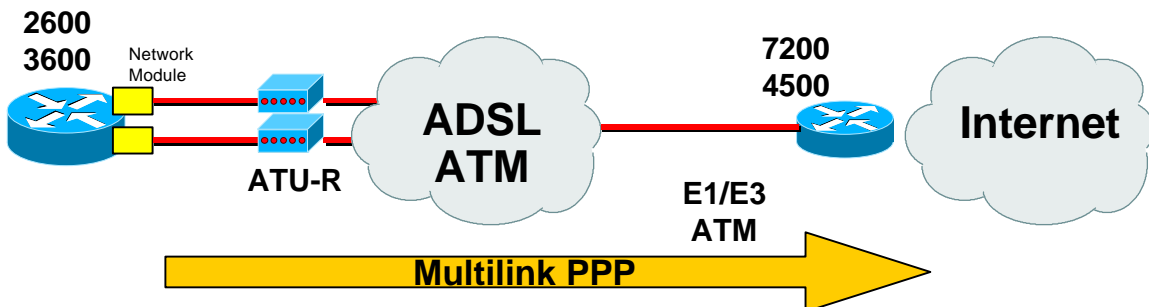


Fig. 3.11: PPP Multilink con ADSL

La Figura 3.12 illustra la possibilità di impiegare ADSL anche per collegamenti sicuri mediante VPN attraverso il protocollo PPP over ATM. Il CPE (Cisco 1417) è facilmente configurabile mediante la feature Easy IP.

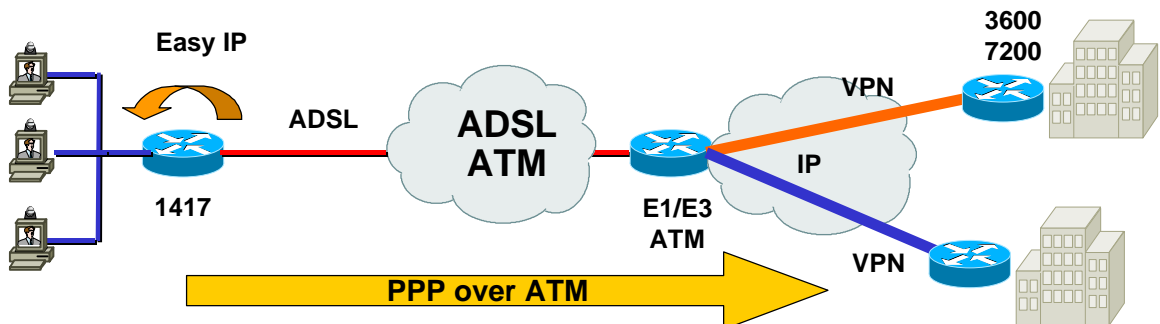
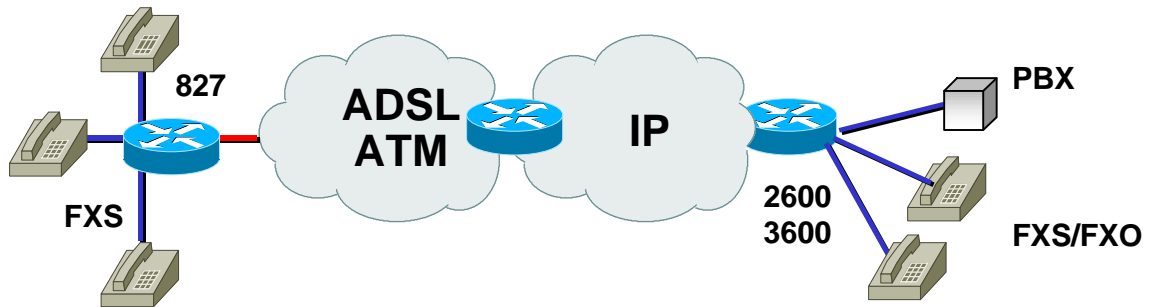


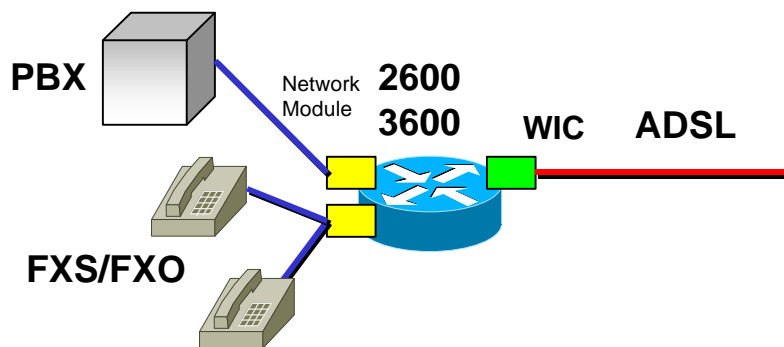
Fig. 3.12: VPN utilizzando Easy IP e ADSL (in architettura PPPoA)

La Figura 3.13 illustra l'evoluzione verso il mondo ADSL della famiglia Cisco 800: il router Cisco 827 sarà, infatti, dotato di un'interfaccia ADSL nonché di 4 porte FXS, risultando quindi il più piccolo router adatto alle funzionalità Voice over IP over ADSL.



**Fig. 3.13: Il nuovo router della famiglia 800 studiato per ADSL e con interfacce FXS**

Infine la Figura 3.14 illustra l'evoluzione della famiglia di moduli WIC (compatibili con i router 1600, 2600 e 3600) che presto includerà un modulo ADSL.



**Fig. 3.14: Le nuove interfacce WIC ADSL per le famiglie 2600 e 3600**



## 4 Il sistema ADSL

Sebbene la rete di accesso in rame fosse stata studiata per il trasporto della telefonia analogica, nel corso degli ultimi anni si è concretizzata la possibilità di fornire il trasporto di servizi numerici ad alta velocità impiegando il tradizionale doppino telefonico. La tecnologia DSL (Digital Subscriber Line), nata con questo obiettivo dallo sforzo degli enti normativi Europei e Statunitensi, ha reso possibile mediante l'impiego di sofisticate tecniche di filtraggio adattativo il superamento di questa storica barriera.

Nell'ambito della variegata famiglia di sistemi xDSL si è in particolare affermata la tecnologia ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Loop) che consente di offrire in modo efficiente servizi evoluti per i quali il flusso informativo fruito dall'utente è maggiore rispetto a quello diretto dall'utente alla rete. Le caratteristiche peculiari dell'accesso a larga banda realizzato tramite il sistema ADSL possono essere riassunte in:

- utilizzo di una sola coppia simmetrica in rame così da essere compatibile con un utilizzo per utenza di tipo residenziale;
- inalterata possibilità di uso della rete analogica tradizionale per il servizio voce in banda base (300-3400Hz);
- utilizzo della banda di trasmissione in modo asimmetrico, cioè capacità trasmissiva diversa nei due versi: maggiore nel verso da rete a utente (downstream) che nel verso da utente a rete (upstream). La capacità trasmissiva (fino a circa 8 Mbit/s downstream e 1 Mbit/s upstream) è funzione delle caratteristiche del rilegamento di utente e della massima distanza da raggiungere;
- possibilità di garantire la connessione di un utente direttamente dalla centrale senza rigenerazione del segnale;
- ADSL trasporta connessioni ATM tra l'utente e la centrale;
- l'accesso dell'utente è di tipo always-on, ossia è sempre attivo senza bisogno della chiamata per stabilire il collegamento.

Occorre notare che ADSL non è un servizio, bensì un sistema trasmissivo che utilizza due modem connessi tra loro dalla linea di accesso in rame. L'utente in sostanza non acquista il sistema ADSL ma i servizi che questa tecnologia consente di veicolare.

Nei paragrafi successivi viene inquadrato lo scenario di riferimento in cui ADSL si inserisce e descritta in maggiore dettaglio la modalità di funzionamento del sistema.

#### 4.1 Scenario di riferimento e Architettura fisica del sistema

Lo scenario di riferimento schematizzato in Figura 4.1 individua tre domini: quello dell'utente che deve essere interconnesso ai fornitori dei servizi (ISP, Content Provider, Reti aziendali...), quello del fornitore della rete di accesso che consente questa interconnessione e quello delle sottoreti dei vari fornitori di servizi (scenario multiservice provider).

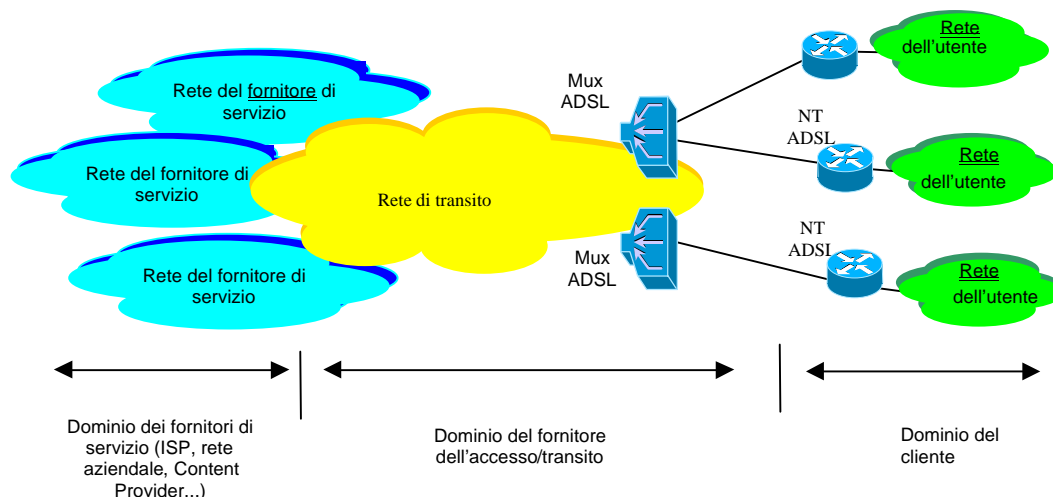


Fig. 4.1: ADSL. Architettura di principio

Il sistema ADSL vero e proprio consente, come si è detto, la connessione dell'utente alla centrale ove sono localizzati i sistemi trasmissivi del fornitore dell'accesso (Access Provider). Quest'ultimo provvede nel caso generale anche a rendere disponibili le funzioni di transito necessarie per mettere in comunicazione l'utente con il fornitore dei servizi per i quali è stato richiesto l'accesso. Esistono diversi modelli di networking utilizzabili per questo scopo in dipendenza principalmente del tipo di servizio che si intende fornire all'utente finale (vedi capitolo 5).

Nella Figura 4.1 è schematizzata l'architettura di principio di una rete di accesso che utilizza il sistema ADSL.

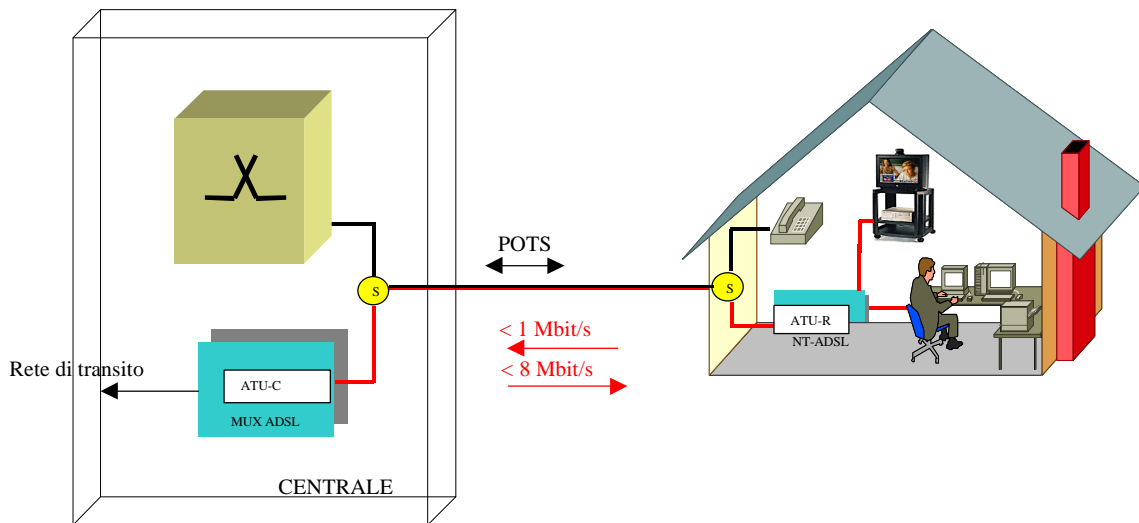
La terminazione di rete ADSL presso l'utente (NT) contiene il modem ADSL remoto (ATU-R) che è connesso al corrispondente modem di centrale (ATU-C) tramite il doppino di abbonato. Sul mezzo fisico sono multiplexati a divisione di frequenza sia il segnale POTS standard che il segnale dati ADSL. Affinché sia possibile condividere il doppino stesso tra il servizio di telefonia in banda base ed il sistema ADSL è necessario che si realizzi una separazione spettrale dei due segnali che viene ottenuta tipicamente collegando alla borchia di utente un filtro denominato POTS splitter (S). Un analogo dispositivo deve essere presente in centrale per separare il segnale a banda stretta verso l'autocommutatore da quello ADSL vero e proprio raccolto dal modem ATU-C.

Fisicamente nel lato centrale il MUX-ADSL o DSLAM (Digital Subscriber Line access Multiplexer) è composto da diversi modem ADSL e svolge una funzione di adattamento tra la rete di accesso e la rete di transito, normalmente ATM con interfacce standard STM-1 o E3 o E1.

Il MUX-ADSL ha essenzialmente le seguenti funzioni:

- terminare la connessione ADSL verso l'utente
- implementare il livello ATM e fisico per l'interconnessione alla rete di transito
- moltiplicare in upstream le celle ATM provenienti dall'ATU-C verso la rete di transito
- demoltiplicare in downstream le celle ATM provenienti dalla rete di transito instradandole verso gli ATU-C

- realizzare funzioni di policing, traffic shaping e congestion control
- fornire le funzionalità per la gestione della rete di accesso.



**Fig. 4.2: Aspetti impiantistici di una terminazione ADSL**

Le interfacce preferite tra i dispositivi di utente e la rete (NT-ADSL) sono oggi l'Ethernet 10BaseT e la ATM Forum 25 Mbits ma è prevedibile, soprattutto in ambito residenziale, che interfacce di tipo USB (Universal Serial Bus) o IEEE1397 Serial Bus possano essere impiegabili in un prossimo futuro.

## 5 Modelli di Business

### 5.1 Architettura del servizio ADSL

Come evidenziato nei precedenti paragrafi, ADSL non è di per sé un servizio ma una modalità di accesso alla rete ad alta velocità, attraverso normale linea telefonica in rame.

Tuttavia l'accesso ADSL presenta alcune peculiarità, quali la disponibilità costante della connessione, il trasporto ATM, il profilo di traffico asimmetrico, la coesistenza di dati, voce e video, che lo rendono più efficace nell'ambito di alcune specifiche architetture di rete.

Lo scopo di questo paragrafo è appunto quello di individuare una generica architettura di rete per accessi ADSL, che nel seguito chiameremo "architettura di riferimento" e, all'interno dell'architettura andremo ad evidenziare le diverse varianti che meglio si sposano con i modelli di offerta del servizio per le diverse tipologie di cliente.

In Figura 5.1 è rappresentata una possibile architettura di riferimento completa per accesso ADSL; il modello generale è come sempre basato sui tre soggetti: utente, rete e Service Provider.

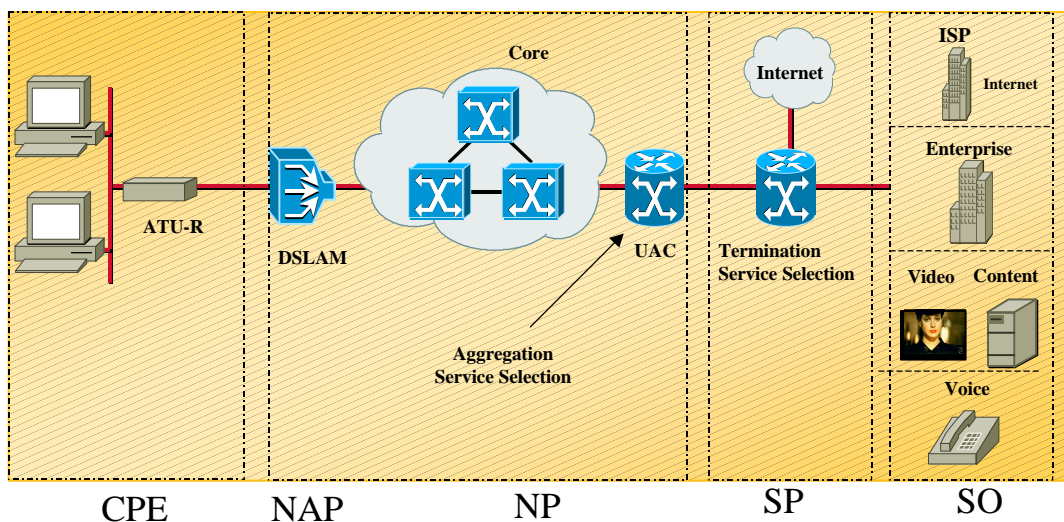


Fig. 5.1: Architettura di riferimento

Andando ad analizzare nel dettaglio elementi di rete e ruoli, possiamo identificare:

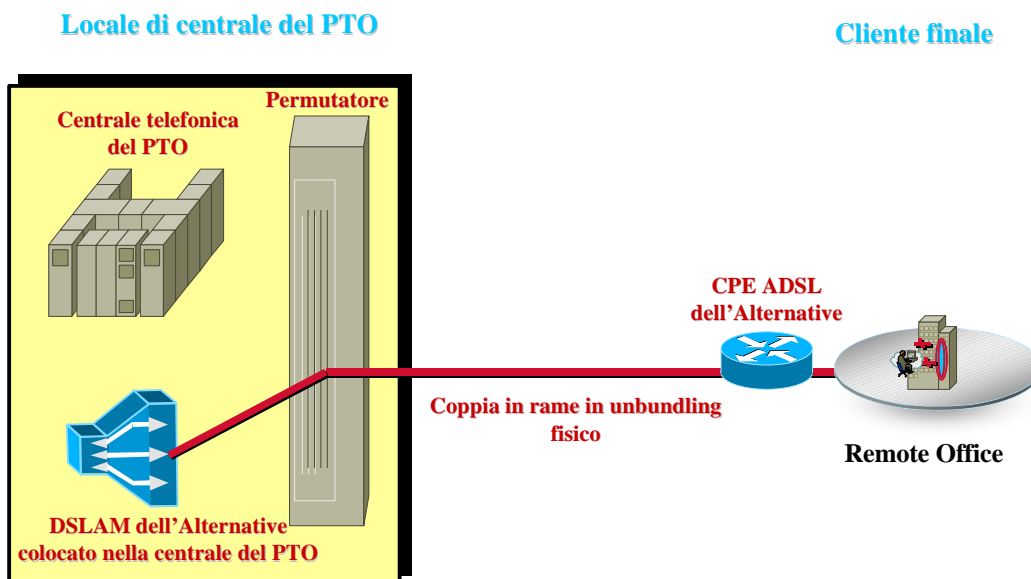
- **CPE (Customer Premise Equipment):** si tratta della rete di utente, LAN o Personal Computer, connessa al cosiddetto "modem ADSL" altrimenti noto come ATU-R. Questa può essere una rete composta da un solo host o viceversa molto complessa; analogamente il modem ATU-R può essere un semplice adattatore ADSL, un learning bridge con interfaccia ADSL, un mini-router od un vero e proprio router di fascia alta con interfaccia ADSL integrata.

- NAP (Network Access Provider):** è il fornitore della linea fisica ADSL, cioè l'operatore che ha in esercizio la linea in rame alla quale è connesso il CPE e che ne permette l'uso ad alta velocità tramite ADSL. Nella realtà attuale italiana, il NAP è costituito da Telecom Italia. Come vedremo nei successivi paragrafi, con l'accesso al rame in modalità "unbundled" altri soggetti potranno, a breve, farsi carico dell'esercizio delle linee in rame e fornire direttamente telefonia ed ADSL all'utente finale. Il NAP fornisce accessi ADSL andando ad attestare le linee in rame ad un opportuno moltiplicatore ADSL, noto come DSLAM (DSL Access Multiplexer); questo è tipicamente collocato nella centrale telefonica che serve l'utente, ma controlla solo il traffico dati ad alta velocità. Il segnale telefonico tradizionale viene, infatti, estratto dalla linea prima del DSLAM e portato alla centrale telefonica, senza alcun tipo di alterazione. Chiaramente, se l'utente utilizza voce a pacchetto (voce su IP, ATM o Frame Relay), non sarà necessario fare uso della rete telefonica ordinaria. Questi concetti sono stati affrontati nel Paragrafo 5.2.
- NP (Network Provider):** la tecnica ADSL prevede il trasporto di traffico ATM (Asynchronous Transfer Mode) tra modem d'utente e DSLAM. Pertanto il moltiplicatore DSLAM è progettato per pilotare la linea fisica ADSL, estrarre da questa il traffico ATM ed offrirlo, tramite opportune interfacce, alla rete di raccolta e concentrazione del Network Provider. Quindi il Network Provider opera la raccolta del traffico ATM proveniente da un certo numero di DSLAM, lo moltiplica e concentra attraverso la propria rete ATM e lo instrada verso la destinazione finale, che può essere costituita da una Corporate, da un Service Provider o da una rete intermedia di aggregazione.

Il traffico generato dall'utente, sia residenziale sia business, è oggi prevalentemente traffico IP; il trasporto di ATM sulla linea ADSL è dovuto al fatto che gli standard per ADSL sono stati concepiti prima della grande esplosione di Internet come strumento di business, pubblica utilità e di intrattenimento. Ad oggi, l'impiego di ADSL è basato prevalentemente sulla terminazione del trasporto ATM immediatamente in uscita dal DSLAM (quando possibile) e sulla offerta di servizi a livello IP da parte di apparati di aggregazione e di routing. La rete ATM fornisce quindi circuiti a larga banda (uno o più VCC per utente), permutati in uscita dal DSLAM e attraverso la rete ATM su opportuni VPC, che aggregano gruppi di utenti; il servizio viene, però, erogato a livello IP e buona parte della riuscita di una rete ADSL dipende dal corretto posizionamento degli apparati di aggregazione e di routing.

Proprio alla luce di quanto detto, molti NP inseriscono, ad opportuni livelli di rete, apparati di terminazione del trasporto ATM e aggregazione/routing a livello IP, noti come UAC (Universal Access Concentrator) o, anche, B-NAS (Broadband Network Access Server). In effetti il rapporto che esiste tra accessi ADSL/ATM e UAC è molto simile a quello che esiste tra accessi dial-up e NAS nel tradizionale accesso via modem ad Internet. Anche nel caso ADSL, il B-NAS si occupa di trattare sessioni PPP, di effettuare autenticazione RADIUS e di instradare il traffico IP verso destinazione. Il ruolo di Network Provider è attualmente svolto da Telecom Italia, nell'ambito dell'offerta "wholesale" ADSL, tramite la propria rete ATMosfera. Il servizio offerto dal NP in questo caso è di pura connettività ATM, richiedendo quindi il posizionamento di opportuni UAC a livello di Service Provider, come meglio descritto in seguito.
- SP (Service Provider):** il ruolo del SP può essere diverso a seconda dei modelli di business. Come indicato nei successivi paragrafi, le modalità di trattamento dei protocolli, di autenticazione dell'utente e di selezione della rete e dei servizi, sono tante e tali da consentire la realizzazione di numerosi modelli di rete e di business. Risulta quindi fondamentale per un SP non legarsi ad un solo modello di networking nel momento in cui vengono attivati i servizi ADSL, ma garantirsi opportuni margini di flessibilità, che dipendono sostanzialmente dagli apparati di aggregazione scelti. In linea generale, un SP può operare due tipi di funzione: gestione diretta degli utenti e del servizio o gestione degli utenti, per conto del Service Owner, ed inoltrare del traffico a quest'ultimo. In entrambi i casi, il SP riceverà traffico proveniente da gruppi di utenti in formato ATM, presentati dal NP come insieme di connessioni permanenti VCC affasciate su alcuni Virtual Path; da questo formato di trasporto, il Service Provider dovrà estrarre la componente IP per realizzare uno o più dei modelli di networking. Il traffico potrà pervenire nella forma di sessioni PPP su ATM, sulle quali il SP opererà autenticazione diretta o in modalità Proxy per conto del Service Owner; in pratica, le sessioni PPP potranno essere semplicemente multiplate dal SP in tunnel L2TP verso la destinazione

Con “unbundling fisico” s’intende la possibilità per un operatore alternativo (NAP) di noleggiare linee in rame dell’operatore dominante, alle quali il NAP si collega fisicamente, posizionando suoi apparati nella centrale o nei siti di proprietà dell’operatore dominante (PTO). In questo caso, il NAP potrà installare propri DSLAM nella centrale dell’operatore dominante ed erogare il servizio attraverso proprie infrastrutture in modo end-to-end. La situazione è rappresentata in Figura 5.3.



**Fig. 5.3: Unbundling fisico**

Con l'unbundling logico invece, le linee di accesso in rame rimangono di proprietà e sotto il controllo dell'operatore dominante, il quale abilita le linee stesse al servizio ADSL installando opportuni DSLAM. Gli utenti ADSL sono rappresentati, verso il NP o il SP, da circuiti virtuali ATM semi-permanenti, che si estendono dal modem ADSL sino al NP o SP; il modem ADSL può essere installato dall'operatore dominante o dal Service Provider ed il provisioning e la gestione dell'utente sono operati dal SP. Si veda l'architettura rappresentata in Figura 5.4. Il modello "wholesale" ADSL offerto da Telecom Italia rappresenta una delle modalità di

Proprio alla luce della possibilità di migrare ad "unbundling" fisico, il SP dovrebbe tener conto dei necessari aspetti di compatibilità dei modem ADSL installati in regime di "unbundling" logico, i quali dovrebbero essere compatibili con i futuri DSLAM che il SP sceglierà in regime di unbundling fisico.

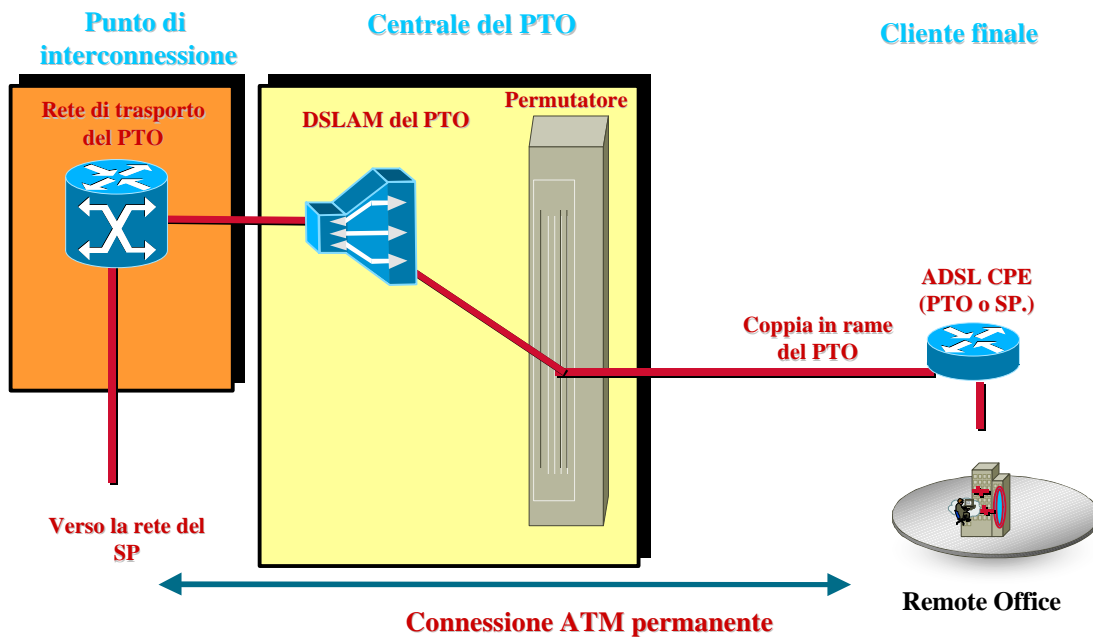


Fig. 5.4: Unbundling logico

### 5.3 Offerta “wholesale” TI: servizi, prestazioni e struttura dell’offerta

Telecom Italia ha recentemente proposto un servizio ideato per gli Operatori (tipicamente Internet Service Provider) che desiderano commercializzare servizi di accesso ad Internet in tecnologia ATM-ADSL.

In particolare, con la proposta Telecom Italia (chiamata Wholesale ADSL) gli ISP avranno un rapporto di tipo wholesale con TELECOM ITALIA, da cui acquisteranno all’ingrosso connettività ADSL, che rivenderanno sul loro mercato “retail” unitamente ai servizi di accesso ad Internet. Il servizio consente di convogliare verso la sede di un ISP tutto il traffico Internet generato dai suoi Clienti, relativi ad una specifica città.

Le soluzioni tecniche e commerciali previste sono state studiate in modo da consentire agli ISP di formulare autonomamente offerte commerciali basate sull’uso della tecnologia ATM-ADSL, in base alla propria clientela target, con qualità del servizio differenziate.

L’offerta di Telecom Italia è di tipo wholesale, cioè ogni ISP si dota della capacità di rete necessaria per l’erogazione del servizio alla totalità dei clienti che ritiene di acquisire in una determinata città. Tale capacità, integrata con i servizi a valore aggiunto dello stesso ISP (ad es. Internet), viene da questi commercializzata tra i suoi clienti secondo profili di servizio autonomamente definiti.

Per questa offerta Telecom Italia mantiene un rapporto commerciale unicamente con l’ISP, mentre quest’ultimo mantiene rapporti commerciali autonomi con i propri clienti.

Gli ISP sono pertanto l’interfaccia unica per il cliente finale (commerciale, di assistenza...).

Vi è piena separazione tra i rapporti contrattuali relativi al servizio telefonico fornito da Telecom Italia ed il servizio ADSL fornito dall’ISP. È possibile l’attivazione/cessazione autonoma di ciascuno dei due servizi.

Per ciò che riguarda il rapporto tra l’ISP e Telecom Italia, sono previste due fasi distinte: la predisposizione della rete di accesso verso l’ISP e le successive richieste inoltrate da quest’ultimo per l’attivazione dei singoli accessi ADSL presso i rispettivi utilizzatori finali suoi clienti (le attivazioni dei singoli utilizzatori non dovranno comunque superare il numero totale di clienti finali che l’ISP ha sottoscritto).



### Fase 1: realizzazione della rete di raccolta dell'Operatore

Per l'attivazione del servizio è necessario che l'ISP sia già dotato di un accesso fisico di tipo ATM su supporto trasmissivo CDN (ovvero deve aver già sottoscritto un contratto ATMosfera) di adeguata capacità sul quale convogliare il traffico ATM proveniente dalle linee ADSL dei propri clienti.

In fase di predisposizione della rete di raccolta e per ogni città che l'ISP desidera presidiare, è

- L'accesso fisico ATMosfera su cui convogliare il traffico
- Il numero massimo di utilizzatori finali che si intende attivare nella città con le relative caratterizzazioni tecniche indicate nel listino grazie alle quali l'Operatore potrà definire autonomamente la qualità del servizio offerta al suo cliente.

Il traffico generato da ogni utilizzatore finale viene trasportato a livello ATM fino all'Operatore. Secondo questo modello, deve essere attivato un circuito ATM per ogni città in cui l'ISP voglia

### Fase 2: attivazione dei singoli utilizzatori finali e profilo della linea ADSL

Una volta predisposto il bacino di raccolta urbano, Telecom Italia provvede ad attivare le singole linee ADSL che vengono man mano richieste dall'ISP per conto dei suoi clienti finali che risiedono nelle aree di centrale in cui il servizio è disponibile.

Per ognuna di tali richieste l'ISP indica l'anagrafica di base del cliente finale ed i suoi dati telefonici. A fronte di tale richiesta Telecom Italia provvede a tutte le azioni relative all'equipaggiamento della linea telefonica in centrale ed al suo collegamento alla rete ATM/ADSL.

### Copertura geografica

La copertura geografica del servizio è ora estesa a diverse città italiane.

È possibile trovare una lista aggiornata delle città in cui è disponibile il servizio (comprese le

<http://www.interbusiness.it/ibs/dati/adsl/adsl.html>

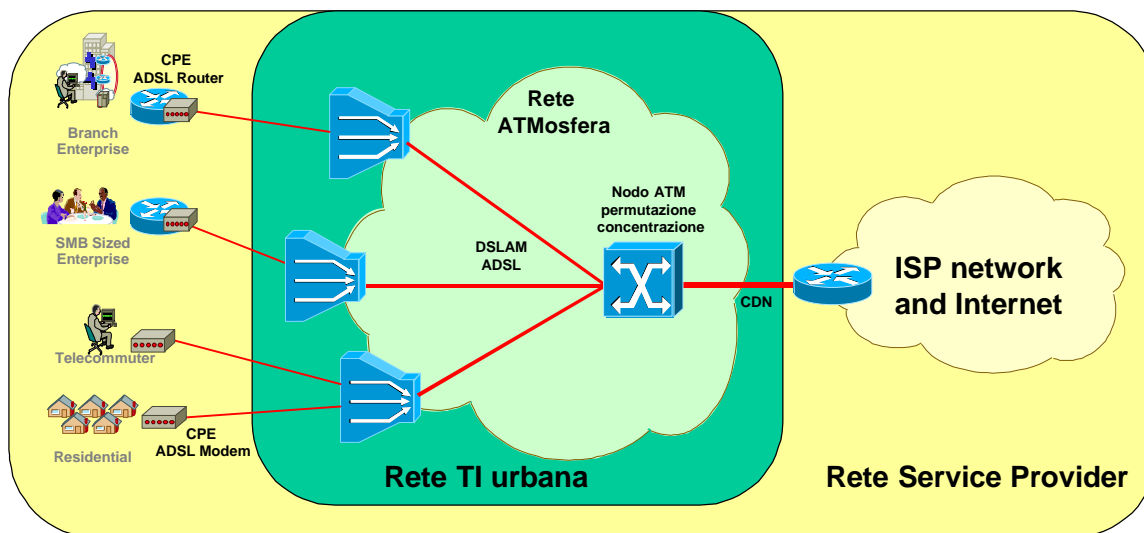


Fig. 5.5: Aree di competenza per l'offerta Wholesale TI

## Indice delle figure

Fig. 2.1: Previsioni crescita ADSL in Italia.....	5
Fig. 2.2: Esempio di utilizzo di ADSL per CDN replacement.....	8
Fig. 2.3: Enterprise environment.....	11
Fig. 2.4: SOHO environment.....	11
Fig. 2.5: Struttura di Video over ADSL.....	12
Fig. 3.1: Residential environment .....	16
Fig. 3.2: Local Loop Replacement.....	16
Fig. 3.3: Residential Gateway .....	17
Fig. 3.4: Voice over ADSL.....	17
Fig. 3.5: Architettura ADSL per gli Internet Service Provider .....	18
Fig. 3.6: Operatore dotato di propria infrastruttura.....	19
Fig. 3.7: Operatore con infrastruttura di trasporto IP.....	20
Fig. 3.8: Autenticazione centralizzata .....	21
Fig. 3.9: Autenticazione via proxy.....	21
Fig. 3.10: Voice Over ADSL .....	22
Fig. 3.11: PPP Multilink con ADSL .....	22
Fig. 3.12: VPN utilizzando Easy IP e ADSL (in architettura PPPoA) .....	22
Fig. 3.13: il nuovo router della famiglia 800 studiato per ADSL e con interfacce FXS .....	23
Fig. 3.14: Le nuove interfacce WIC ADSL per le famiglie 2600 e 3600.....	23
Fig. 4.1: ADSL. Architettura di principio .....	25
Fig. 2.2: Aspetti impiantistici di una terminazione ADSL.....	26
Fig. 5.1: Architettura di riferimento.....	27
Fig. 5.2: Accesso ATM al SP.....	29
Fig. 5.3: Unbundling fisico .....	30
Fig. 5.4: Unbundling logico .....	31
Fig. 5.5: Aree di competenza per l'offerta Wholesale T .....	32

## Glossario degli acronimi

<b>ABR</b>	Available Bit Rate
<b>ADSL</b>	Asymmetric Digital Subscriber Line
<b>ATM</b>	Asynchronous Transfer Mode
<b>ATU-C</b>	ADSL Terminal Unit - Central
<b>ATU-R</b>	ADSL Terminal Unit - Remote
<b>CBOS</b>	Cisco Broadband Operating System
<b>CBR</b>	Costant Bit rate
<b>CEMF</b>	Cisco Element Management Framework
<b>CPE</b>	Customer Premise Equipment
<b>DHCP</b>	Dinamic Host Configuration Protocol
<b>DMT</b>	Discrete Multi Tone
<b>DSLAM</b>	Digital Subscriber Line Access Multiplexer
<b>GRE</b>	Generic Routing Encapsulation
<b>IGMP</b>	Internet Group Multicast Protocol
<b>IRB</b>	Intergrated Routing Bridging
<b>L2TP</b>	Layer 2 Tunneling Protocol
<b>LAC</b>	L2TP Access Concentrator
<b>LNS</b>	L2TP Network Service
<b>MPLS</b>	Multi Protocol Label Switching
<b>MUX</b>	Multiplexer
<b>NAP</b>	Network Access Provider
<b>NAS</b>	Network Access Server
<b>NAT</b>	Network Address Translation
<b>NP</b>	Network Provider
<b>NT</b>	Network Termination
<b>PAT</b>	Port Address Translation
<b>POTS</b>	Plain Old Telephone Switches
<b>PPoA</b>	PPP Over ATM
<b>PPP</b>	Point to Point Protocol
<b>PPPoE</b>	PPP Over Ethernet
<b>PTA</b>	PPP Terminated Aggregation
<b>PVC</b>	Permanent Virtual Circuit
<b>QoS</b>	Quality of Service
<b>RBE</b>	Router Bridge Encapsulation
<b>SCM</b>	Service Connection Manager
<b>SNMP</b>	Simple Network Management Protocol
<b>SP</b>	Service Provider
<b>SSD</b>	Service Selection Dashboard
<b>SSG</b>	Service Selection Gateway
<b>UAC</b>	Universal Access Concentrator
<b>UBR</b>	Unspecified Bit Rate
<b>VC</b>	Virtual Circuit
<b>VP</b>	Virtual Path
<b>VPN</b>	Virtual Private Network