

Appendice B: Allegato tecnico alle linee guida sull'adozione del sistema VOIP

B.1 Premessa

L'analisi alla base di queste specifiche tecniche è relativa all'individuazione dei requisiti tecnologici di massima di un sistema di IP telephony tecnologicamente all'avanguardia, con prestazioni e caratteristiche tecniche molto elevate, composto da apparati per la trasmissione e la commutazione di flussi di fonia over IP, in grado di sostituire totalmente o integrarsi gradualmente in un'infrastruttura di fonia legacy TDM-based.

Il sistema in questione deve essere in linea con le più innovative soluzioni tecnologiche oggi disponibili sul mercato e deve essere basato su un'infrastruttura in grado di garantire:

- ✓ la protezione degli investimenti già effettuati sulla rete di trasporto
- ✓ la stretta integrazione con l'evoluzione delle reti universitarie e della ricerca
- ✓ la possibilità di garantire margini di espansione a costi contenuti in accordo con le esigenze che dovessero nascere successivamente alla prima realizzazione.

La soluzione deve essere inoltre totalmente modulare e quindi implementabile in modalità stepwise, facilmente interfacciabile con qualsiasi altro sistema telefonico o dati preesistente; deve essere inoltre implementabile sulla base di soluzioni tecnologiche aperte, ampiamente diffuse e disponibili sul mercato, garantendo l'investimento in termini di scalabilità e garanzie di mantenimento nel tempo della validità tecnologica dell'iniziativa.

La stessa deve consentire di introdurre, all'interno della nuova infrastruttura, servizi e soluzioni in linea con le tecnologie VoIP utilizzate sulla rete nazionale dai principali operatori di telecomunicazione.

Esistono allo stato dell'arte un notevole numero di soluzioni disponibili sul mercato, sia commerciali che open source. In generale, la compliance a protocolli di segnalazione e codifica standard assicura la piena interoperabilità fra tutte le soluzioni disponibili. Il riuso di soluzioni open source abbate i costi ulteriormente e tende a evitare il lock-in con un fornitore su soluzioni proprietarie.

B.2 Requisiti di progetto

Un sistema di telefonia su IP adeguato a rispondere alle moderne esigenze di una struttura universitaria deve rispondere ai seguenti requisiti fondamentali concernenti:

- ✓ affidabilità;
- ✓ modularità;
- ✓ sicurezza.

In quest'ottica, la soluzione ideale deve essere conforme ai seguenti criteri:

- ✓ utilizzo esclusivo di protocolli standard e il supporto all'interoperabilità con tutti i più diffusi protocolli di comunicazione aperti;
- ✓ compatibilità con i principali protocolli standard supportati dai sistemi telefonici legacy in tecnologia TDM;
- ✓ supporto di architetture sia centralizzate che distribuite con possibile ridondanza geografica degli apparati al fine di garantire meccanismi di failover automatico e di disaster recovery;
- ✓ disponibilità di criteri di sicurezza implementabili a tutti i livelli (accesso, autenticazione e autorizzazione);
- ✓ disponibilità di servizi telefonici di base;
- ✓ disponibilità di servizi telefonici a valore aggiunto;
- ✓ omogeneità dei servizi fruibili da tutti gli utenti e possibilità di profilare l'utenza in base all'accesso condizionato a particolari servizi.

Il sistema deve utilizzare le infrastrutture di rete basate sulla pila protocollare TCP/IP sia per il trasporto della segnalazione sia per il trasporto dei pacchetti voce.

B.3 Architettura di sistema

L'architettura del sistema deve prevedere uno schema funzionale che possa supportare criteri di ridondanza e/o bilanciamento del carico (cluster HA centralizzati o architettura totalmente distribuita) e di conseguenza l'alta affidabilità fra i nodi principali per garantire le comunicazioni anche in caso di riconfigurazione o guasto di uno dei principali elementi funzionali.

L'architettura deve inoltre garantire una separazione funzionale tra gli elementi costituenti basata sui seguenti livelli logici.

- ✓ Livello di controllo: tutte le funzionalità deputate alla gestione delle chiamate (fase di attivazione, instradamento, controllo e rilascio) e dei servizi telefonici supplementari (trasferimento di chiamata ecc.);
- ✓ Livello di trasporto: tutte le funzionalità deputate al trasporto e al trattamento dei pacchetti voce;
- ✓ Livello di servizio: tutte le piattaforme che ospitano la logica dei servizi a valore aggiunto e che hanno in carico le interazioni con le applicazioni.

Livello di controllo

Il Session Control Server o IP PBX è la componente che ha il controllo delle chiamate e della gestione dell'infrastruttura telefonica e che si occupa dell'erogazione dei servizi base ed avanzati quali, ad esempio, la messa in attesa, la richiamata su occupato e la conferenza.

È infatti tale elemento che gestisce gli utenti telefonici, la connessione telefonica in ogni sua fase (instaurazione, instradamento, disconnessione), la segnalazione, il piano di numerazione, le operazioni di tariffazione e controllo. Il PBX IP deve garantire il supporto di identificativi di numerazione standard (E.164), di piani di numerazione privati (standard ISO/IEC 11571) e di tutte le funzionalità tipiche di un centralino tradizionale.

Lo stesso deve inoltre garantire meccanismi di ridondanza attivo-attivo o attivo-standby, deve essere inoltre facilmente espandibile ed integrabile con i sistemi esistenti mantenendo i servizi di base presenti sulla rete.

Il Session Control Server deve essere in grado di gestire tutti i terminali IP (telefoni e Media Gateway) che utilizzano protocolli standard (SIP, H.323 e MGCP) o altri protocolli riconosciuti come standard dal mercato.

Livello di Trasporto

A tale livello sono presenti tutti gli elementi necessari per codificare, decodificare, convertire e trasportare la voce in tecnologia VoIP. Essi possono essere distinti in:

- ✓ Media Gateway;
- ✓ Media Conference Bridge;
- ✓ Terminali telefonici, fax ed interfacce di terminazione analogiche.

Media Gateway

Il Media Gateway rappresenta l'interfaccia tra la telefonia IP e i servizi di fonia tradizionali basati su tecnologie a commutazione di circuito che possono essere sia la Rete Telefonica Pubblica (PSTN) che le preesistenti infrastrutture telefoniche interne basate su centralini legacy.

Il suo ruolo principale è trasformare il traffico voce/segnalazione da una tecnologia di trasmissione/rete a un'altra, generalmente passando da una logica a commutazione di pacchetto basata su datagrammi IP a una a commutazione di circuito operante in modalità TDM e viceversa.

I Media Gateway possono essere parte integrante dell'IP PBX oppure apparati dedicati in grado di comunicare via IP con l'IP PBX stesso; la scelta tra le due possibili modalità di interfacciamento e posizionamento può essere fatta in considerazione delle specifiche esigenze e della topologia di rete presente.

In particolare potranno essere prese in considerazione le seguenti soluzioni architetturali:

- ✓ Media Gateway centralizzati su un'unica sede o suddivisi su più siti;
- ✓ Media Gateway locali alle singole sedi (in ogni sede deve essere previsto un Media Gateway dedicato);
- ✓ Media Gateway geograficamente distribuiti ma raggruppati 'per aree': in questo caso ogni singolo Media Gateway offrirà l'accesso alla PSTN ad un gruppo di sedi dotate di infrastruttura IP Telephony;

I Media Gateway devono garantire inoltre il supporto di:

- ✓ interfacce voce tradizionali (analogiche, ISDN BRI/PRI);
- ✓ interfacce IP (LAN, WAN);
- ✓ conversione voce da analogica/TDM a VoIP, con il supporto per tutti i più diffusi codec attualmente disponibili, con particolare attenzione ai più diffusi codec "royalty free" (es: G.711a, G711.u, G.722, GSM, ...);
- ✓ completa interoperabilità con l'IP PBX, di cui possono anche essere parte integrante;
- ✓ il supporto completo sia dei protocolli standard di segnalazione telefonica tradizionale (Q.931, ISDN, Q.SIG), sia degli omologhi protocolli utilizzati nella telefonia IP (SIP, H323).

E' tuttavia fondamentale osservare che la presenza di un Media Gateway è essenziale solo nel caso in cui sia necessario interconnettersi con la PSTN o con un centralino legacy utilizzando tecnologie telefoniche tradizionali; nel caso in cui si rendesse disponibile accesso nativo VoIP alla Rete Telefonica Nazionale, e eventuali centralini legacy fossero in grado di comunicare in tecnologia VoIP (di solito possibile attraverso apposite schede di espansione), la presenza di un Media Gateway risulterebbe del tutto superflua.

E' altresì utile tenere in considerazione il ruolo del Media Gateway nella gestione di failover e disaster recovery, in quanto può facilmente diventare il "single point of failure" dell'intera infrastruttura telefonica.

Media Conference Bridge

I Media Conference Bridge sono gli apparati che vengono utilizzati per la miscelazione dei flussi vocali per applicazioni di conferenza. Essi devono essere in grado di gestire flussi vocali che utilizzano codec differenti. Il posizionamento dei Media Conference Bridge, che devono essere raggiungibili attraverso un indirizzo IP, deve poter avvenire in qualsiasi punto della rete. Gli stessi devono essere inoltre in grado di offrire servizi di conference in modalità dedicata o condivisa con piena interazione con servizi erogati dal Session Control Server (di cui possono anche essere parte integrante).

Terminali utente

I terminali utente ideali devono essere pienamente integrabili con il sistema di comunicazioni basato su IP e supportare le seguenti specifiche di base:

- ✓ stack TCP/IP nativo;

- ✓ possibilità di acquisire un indirizzo IP in maniera dinamica attraverso un server DHCP oppure di definire un indirizzo IP in maniera statica;
- ✓ supporto alla configurazione massiva automatizzata con utilizzo del protocollo HTTP/HTTPS;
- ✓ assegnazione automatica del traffico dati/voce a reti logiche virtuali (VLAN) distinte (Dati e Voce) senza intervento manuale attraverso lo standard IEEE 802.1Q;
- ✓ assegnazione automatica del livello di qualità del servizio (QoS) ai pacchetti voce/dati appartenenti a ciascuna delle due VLAN senza intervento manuale;
- ✓ 2 porte Ethernet per consentire la connessione in serie di un PC in modalità bridge;
- ✓ supporto dei più diffusi codec audio standard (G.711a, G.711u, G.722, G.726, GSM, G.729,...);
- ✓ supporto di meccanismi di Voice Activity Detection per ottimizzare il traffico generato e generazione di “Comfort Noise” su silenzio;
- ✓ possibilità di ricezione diretta dell'alimentazione dallo switch attraverso la rete LAN secondo lo standard IEEE 802.3af Power over Ethernet (PoE);
- ✓ supporto di protocolli standard (SIP, H323) o riconosciuti come tali dal mercato. Nell'ottica di un investimento oculato può essere utile scegliere terminali che supportino i più recenti protocolli di cifratura delle comunicazioni VoIP (SIPS/SRTP);
- ✓ volume regolabile della suoneria.

Livello di servizio

I servizi telefonici erogati devono essere distribuibili in maniera omogenea sull'intera infrastruttura VoIP in modalità tale da permetterne l'utilizzo a tutti gli utenti indipendentemente dalla loro dislocazione geografica e dal terminale utilizzato. E' richiesto il supporto di un portafoglio di servizi evoluto adeguato ai massimi livelli dello stato dell'arte.

I servizi VoIP forniti agli utenti posso essere configurati in due modalità: installati direttamente su ogni telefono oppure installati in un server centralizzato e accessibili dagli utenti attraverso un'interfaccia Web da computer. Nel primo caso l'utente può accedere a servizi VoIP evoluti anche se non è dotato di un computer, ma il secondo caso offre altri vantaggi. Infatti, nonostante siano oggi disponibili terminali telefonici IP in grado di fornire autonomamente molte delle funzionalità di fonia evolute rese possibili dal VoIP (tra cui interfacce web di gestione con lista delle chiamate perse e ricevute, click2dial, conferenza a 3, musica d'attesa e molte altre) tuttavia, nell'ottica di un investimento più oculato, può essere opportuno scegliere la soluzione centralizzata che risulterà agli utenti molto più facile da utilizzare, sarà indipendentemente dal terminale che stanno utilizzando (telefoni IP, softphone, smartphone o qualsiasi altro software o apparato in grado di interconnettersi con un sistema VoIP), senza contare che

l'adozione di terminali con un numero ridotto di funzionalità, di solito meno costosi, può portare su larga scala a risparmi considerevoli. Si può considerare come ulteriore vantaggio la possibilità di usare terminali diversi senza vincolarsi a uno specifico modello, rendendo più semplice ed economico potenziare nel tempo la propria infrastruttura e fornire via via nuovi servizi senza dover sostituire i telefoni esistenti.

I servizi telefonici VoIP

Un moderno sistema di telefonia su IP deve prevedere un insieme di servizi fruibili dall'utenza e accessibili direttamente da terminale telefonico o da interfaccia Web dedicata, suddivisi in diversi livelli di servizio (ad esempio standard, top-class e advanced) e per tipologia di telefono.

Servizi e funzionalità telefoniche di base

Di seguito sono elencati i servizi telefonici di base che devono essere garantiti da un tipico sistema di telefonia IP:

- ✓ gestione completa e flessibile delle chiamate in entrata e in uscita;
- ✓ gestione chiamate multiple per linea e per telefono;
- ✓ servizio deviazione chiamate a tempo/fisso/variabile;
- ✓ servizio non disturbare;
- ✓ servizio conferenza su linee interne/esterne;
- ✓ servizio attesa;
- ✓ servizio parcheggio linee;
- ✓ servizio risposta automatica;
- ✓ servizio risposta per assente individuale/gruppo;
- ✓ servizio ripetizione ultimo numero selezionato;
- ✓ servizio di post-selezione;
- ✓ servizio di trasferta con offerta /automatica;
- ✓ impegno diretto e automatico delle linee urbane libere;
- ✓ selezione passante;
- ✓ servizio documentazione addebiti;
- ✓ possibilità di assegnare diverse classi di servizio e livelli di abilitazione ai singoli utenti, attivabili su base identificazione;
- ✓ impegno diretto delle linee urbane libere;
- ✓ possibilità di impegnare le linee uscenti attraverso codici specifici;
- ✓ eseguire, trasferire e rilasciare una chiamata voce;
- ✓ identificazione del nome chiamante, ove inviato;
- ✓ identificazione del numero chiamante;
- ✓ restrizione della chiamata in base al numero;
- ✓ richiamata su occupato o su non risposta;
- ✓ musica in attesa differenziabile per gruppi di utenti;
- ✓ gruppi con segnalazione di chiamata in parallelo, circolare, lineare;
- ✓ deviazione totale, su occupato e su non risposta;
- ✓ direttore segretaria/multi-segretaria con funzionalità avanzate;
- ✓ lista delle chiamate perse, effettuate e ricevute;

- ✓ servizio di mobilità di utente, su telefoni diversi, basato su identificazione utente;
- ✓ instradamento automatico sulla PSTN anche geograficamente distribuito basato su indisponibilità di risorse;
- ✓ funzionalità di Call Admission Control (CAC);
- ✓ blocco delle chiamate in uscita condizionato a classe di servizio, a temporizzazione e a numero chiamato soggetto a codice di sblocco;
- ✓ avviso acustico configurabile su occupato;
- ✓ supporto di applicazioni di terze parti tramite interfacce API standard (es. TAPI, JTAPI)
- ✓ gestione del Posto Operatore (servizio di centralino) con particolare attenzione al supporto per operatori diversamente abili;
- ✓ piena interoperabilità con sistemi esterni Gatekeeper.

Servizi opzionali

Di seguito sono elencati alcuni servizi opzionali particolarmente interessanti che possono essere attivati integrando eventualmente la soluzione di telefonia IP con l'utilizzo di sistemi ausiliari.

- ✓ supporto chiamate video;
- ✓ possibilità della gestione di terminali per videoconferenza, Multipoint Conferencing Unit (MCU), Video Gateway, integrandoli nel piano di numerazione generale e dotandoli dei servizi tipici della fonia (trasferita di videoconferenza, deviazione, parcheggio della chiamata, gruppi di risposta, multiconferenza a più partecipanti, linea condivisa);
- ✓ riconoscimento chiamate in black list;
- ✓ service URL- Accesso ai servizi telefonici web, http, directory esterne, etc;
- ✓ statistiche in tempo reale dei parametri della Qualità del Servizio (QoS) e della qualità della conversazione (MoS) visibili direttamente o sul sistema via interfaccia grafica.

Servizi a valore aggiunto

E' auspicabile all'interno di un moderno sistema VoIP il supporto o la predisposizione all'attivazione di una serie di servizi non opzionali a valore aggiunto quali:

- ✓ mobilità (nei limiti e con i vincoli imposti dall'attuale normativa);
- ✓ rubrica telefonica e servizi di chiamata attraverso portale voice con interfaccia web il sistema deve consentire di gestire una rubrica telefonica a cui sia possibile accedere attraverso i terminali IP oppure tramite interfaccia web. E' auspicabile inoltre supportare un servizio di tipo "click-to-dial" che permetta agli utenti di effettuare una telefonata dal proprio terminale IP (fisico o softphone su PC), cliccando su una pagina web il nominativo/numero interno dell'utente;
- ✓ teleconferenza;
- ✓ messagistica integrata multicanale;

- ✓ interfacciamento con Applicazioni esterne di Instant Messaging e di presence;
- ✓ sistemi per l'erogazione di servizi di IVR e ACD (es. contact center);
- ✓ supporto alla sicurezza e alla confidenzialità delle comunicazioni, ove necessario, attraverso l'utilizzo di protocolli di comunicazione cifrati;
- ✓ possibilità di integrazione con i più diffusi servizi di comunicazione VoIP esistenti (Skype, Gtalk, Jabber,...).

Mobilità

Un moderno sistema di telefonia IP deve essere in grado di supportare in maniera nativa la mobilità degli utenti, conformemente ai criteri di seguito elencati e dettagliati nelle successive sezioni riguardanti:

- ✓ Mobilità fisica dell'utente: Il sistema deve gestire la portabilità del telefono (hardware o software) all'interno della rete su cui è sviluppato il sistema telefonico, mantenendo il numero/classe di servizio del telefono senza modifiche della stessa. La mobilità fisica deve essere gestita attraverso livelli di autenticazione e di registrazione del terminale che assicurino la corretta assegnazione del numero/classe di servizio del telefono.
- ✓ Mobilità logica dell'utente. L'utente deve avere la possibilità di utilizzare qualunque telefono IP e di autenticarsi al sistema attraverso codici univoci. Il servizio deve essere offerto in maniera selettiva a gruppi di utenti e deve essere attivabile/disattivabile da parte dell'utente attraverso codici univoci. Il sistema deve gestire la portabilità del profilo utente tra diversi terminali telefonici mantenendo il numero/classe di servizio dell'utente senza modifiche della stessa. La mobilità logica deve essere gestita attraverso livelli di autenticazione e di registrazione in modo che l'utente possa ricevere ed effettuare telefonate con il proprio numero presso la propria sede oppure presso altre sedi.

Per quello che riguarda le problematiche e le limitazioni legali legate all'utilizzo dei servizi di fonia VoIP in mobilità, è possibile riferirsi alle specifiche linee guida redatte in collaborazione con la Polizia Postale e il Ministero competente (disponibili on-line sul sito www.ict4university.gov.it).

B.4 Telefonia IP e sicurezza informatica

Nel progetto e nella gestione di un'infrastruttura telefonica VoIP è necessario tenere in considerazione tutte le problematiche relative alla protezione e alla sicurezza informatica proprie delle reti IP, di cui condivide le risorse e i rischi, prevedendo adeguate misure attive e passive a protezione dei propri sistemi. Pur essendo la telefonia IP un ambito relativamente nuovo nel panorama informatico, oltre a condividere la maggior parte delle "best practices" ben note per ogni sistema informatico, esiste già una nutrita letteratura in materia e adeguati strumenti, anche open source, in grado di garantire un adeguato livello di protezione dei servizi.

B.5 Telefonia IP e servizio Fax

Nonostante gli attuali avanzamenti tecnologici nel campo delle comunicazioni, la tecnologia Telefax resta una componente essenziale e irrinunciabile del servizio di fonia, che deve necessariamente essere garantito nel passaggio alla tecnologia VoIP. Sfortunatamente le caratteristiche tecniche del protocollo di trasmissione dei fax sono inconciliabili con alcune caratteristiche della telefonia VoIP, per cui è necessario tenere in considerazione la necessità di mantenere il servizio fax fin dalle prime fasi di progetto di migrazione/creazione di una infrastruttura VoIP. E' possibile fornire agli utenti il servizio di invio e ricezione fax in due modalità distinte, che possono comunque coesistere nello stessa infrastruttura.

B.6 Invio/ricezione fax attraverso apparecchi dedicati

E' possibile continuare a inviare e a ricevere fax utilizzando gli apparecchi fax dedicati tradizionali. In questo caso è necessario un adattatore (ATA) che, con un funzionamento analogo a un Media Gateway, permette di interconnettere apparecchi fax e telefoni analogici all'IP PBX in maniera analoga a quanto avviene per i telefoni IP. Questa soluzione presenta però significative criticità che dovrebbero essere accuratamente valutate. Infatti la trasmissione di fax risulta particolarmente sensibile a funzionalità tipiche della telefonia IP, quali l'utilizzo di codec compressi e meccanismi di cancellazione dell'eco, oltre ai possibili fenomeni tipici di tutte le trasmissioni IP quali ritardi di trasmissione, jitter e perdita di pacchetti. Per quello che riguarda codec e cancellazione dell'eco è sufficiente assicurarsi che le trasmissioni di fax avvengano usando il codec G.711a (lo stesso utilizzato nella PSTN e che non introduce compressione) e che sia l'IP PBX che l'ATA consentano di disattivare la cancellazione dell'eco quando venga riconosciuta la trasmissione di un fax. Fenomeni di elevato jitter o perdita di pacchetti possono invece rendere impossibile l'invio e la ricezione di fax, per cui la garanzia di una elevata QoS è una condizione imprescindibile per poter mantenere il servizio entro standard qualitativi adeguati.

In alternativa è possibile scegliere ATA e IP PBX con supporto per il protocollo T.38 (conosciuto anche come FoIP, acronimo di Fax over IP), pensato appositamente per garantire la funzionalità dei fax su architetture VoIP e che funziona come una sorta di proxy per le trasmissioni fax, mitigando gli effetti di ritardo e di perdita di pacchetti delle reti IP.

In questo caso però è necessario tenere in considerazione alcuni limiti del protocollo, in particolare per quello che riguarda l'uso in modalità "multi-hop", che ancora non offre adeguate garanzie di affidabilità.

B.7 Fax server

In alternativa all'uso di apparecchi tradizionali, è possibile, e anzi decisamente consigliabile, l'uso di un fax server dedicato, in grado di gestire l'invio e la ricezione dei fax. La gestione centralizzata del servizio rende più facile riservare risorse dedicate o comunque ottimizzare le configurazioni, rendendo possibile fornire maggiori garanzie di corretto funzionamento e di elevati standard

qualitativi. La natura del servizio facilita inoltre le pratiche di dematerializzazione dei documenti, permettendo l'archiviazione automatica in formato elettronico e semplificando la gestione dei documenti. L'introduzione di un fax server permette poi diverse modalità di fruizione del servizio da parte degli utenti, tra cui le più diffuse sono:

- ✓ Invio dei fax via Web (con interfaccia dedicata o integrata nel servizio di gestione della fonia VoIP) e ricezione dei fax via mail (come allegato di un messaggio di posta elettronica)
- ✓ Invio e ricezione attraverso messaggi e-mail
- ✓ Client dedicati installabili sul PC dell'utente

Le diverse modalità non sono mutualmente esclusive, ma anzi possono coesistere al fine di fornire un servizio quanto più possibile flessibile e completo.

B.8 Telefonia IP e software open source

Nell'ambito della telefonia IP è opportuno sottolineare il ruolo di rilievo attualmente svolto dal software open source, che ha dapprima favorito la diffusione della tecnologia VoIP e che ora rappresenta un'alternativa più che valida ai sempre più numerosi sistemi proprietari che si sono affacciati al mercato negli ultimi anni. Attualmente esistono prodotti open source, gratuiti e non, in grado di coprire tutte le possibili esigenze relative alla telefonia IP, a partire da IP PBX e fax server, fino ad arrivare ai più complessi sistemi integrati di comunicazione. I principali vantaggi di questi sistemi sono l'utilizzo pressoché esclusivo di standard aperti, che ne garantiscono il massimo livello di interoperabilità e la riduzione dei costi rispetto agli omologhi prodotti proprietari. L'uso di standard aperti garantisce la possibilità di interoperare senza problemi con un enorme numero di apparati e dispositivi di produttori diversi, evitando di legarsi in maniera praticamente indissolubile con un particolare produttore e rendendo più semplice ed economico modificare nel tempo le proprie scelte tecnologiche.

Infine, si ritiene importante evidenziare alcuni punti che possono giocare un ruolo importante nella scelta di una soluzione open source rispetto a una proprietaria: dal punto di vista dei costi, sicuramente le soluzioni open source permettono di ridurli in modo significativo, soprattutto i costi di realizzazione dell'infrastruttura (centralini e apparecchi telefonici); dal punto di vista della gestione del sistema telefonico, l'organizzazione deve decidere se internalizzare il servizio (come avviene per molti servizi informatici) oppure se selezionare un fornitore esterno che si faccia carico della gestione (in un mercato che sta maturando, ma non è certamente così evoluto come quello dei sistemi di fonia proprietaria).