

Notiziario Tecnico

Archivio

3/2001

 **TIM**

Un secolo di Radio

"Can you hear anything Mr. Kemp?"

A Erano le 12 e 30 del 12 dicembre 1901 a San Giovanni di Terranova e Guglielmo Marconi aveva ventisette anni quando pronunciò questa frase. Il suo orecchio sensibile aveva appena percepito i tre punti della lettera S, trasmessi da più di tremila chilometri di distanza, da Poldhu in Cornovaglia, che lentamente si stavano facendo strada nel rumore di fondo. Ne aveva ventuno quando, nel 1895, un colpo di fucile gli annunciò che gli stessi tre punti erano stati ricevuti al di là della collina dei Celestini, a Pontecchio Marconi, dando inizio a quella affascinante avventura che fu l'invenzione della Radio.

La risposta positiva del suo assistente era il coronamento di un lungo periodo segnato dalla tenacia e dal rischio imprenditoriale, dalle grandi intuizioni scientifiche e dalle fiere opposizioni degli scettici. Oggi possiamo riconoscere che Marconi gettò le basi non solo della radiotelegrafia, ma aprì squarci di luce utili a tutti i sistemi che utilizzano le onde elettromagnetiche come vettori per il trasporto di segnali di ogni genere: la Radio (con la R maiuscola), appunto.

La sua fu una personalità complessa, che non si può riassumere in breve senza grossolane semplificazioni. Fu un esempio di connubio tra capacità scientifica e imprenditoriale, ambedue manifestatesi precocemente. Se da un lato l'origine montanara del padre Giuseppe lo sospinse certamente a rendere concreto il frutto del proprio ingegno, per Marconi l'impresa industriale fu soprattutto il mezzo per realizzare i suoi sogni e se stesso. Egli sapeva che per dimostrare la bontà delle sue idee era necessario il momento della realizzazione e fu in grado di affrontare rischi e disagi legati a questo come in quel faticoso dicembre del 1901, quando solo un'enorme fiducia in se stesso e altrettanta tenacia potevano consentirgli di superare tutte le prove che una natura ostile gli parò dinnanzi. Ma per chi vive nel mondo di oggi vi è un ulteriore indiscutibile elemento da sottolineare: Marconi, di padre italiano e di madre irlandese, fu cittadino del mondo; che il mondo dovesse essere il suo vero laboratorio è stata una delle sue intuizioni e in tutto il mondo operò incessantemente percorrendolo da un capo all'altro e soprattutto solcandone l'adorato mare. Ma fu profondamente italiano. Lo fu nei primi anni, poco più che ragazzo, quando operò soprattutto in Inghilterra e in America, ma non mancò mai di cercare contatti e collaborazioni in patria. Lo fu nell'ultima parte della sua vita, quando gli fu data l'occasione di contribuire in prima persona allo sviluppo scientifico e tecnologico del suo Paese.

La sua eredità dunque non consiste solo nelle applicazioni delle radiocomunicazioni che hanno invaso l'intero globo, ma soprattutto nell'esempio che nel mondo attuale può spingere i giovani ad affrontare vie nuove e l'intero nostro Paese ad avere maggior fiducia per il superamento delle difficoltà oggi presenti.

m

Marconi poté intuire la maggior parte degli sviluppi tecnici che oggi pervadono la nostra vita, dando contributi scientifici di base con il suo lavoro. Dal radar ai radioaiuti, dai radiocomandi ai collegamenti spaziali, vi sono cenni chiari in alcuni dei suoi discorsi che fanno ritenere come la visione che da ragazzo lo aveva portato a concepire un sistema di comunicazione globale non si era mai appannata.

È significativo in proposito questo brano, che egli preparò nel 1937, poco prima di morire, quando la radiodiffusione era ormai un fatto compiuto:

Noi abbiamo raggiunto nella scienza ed arte delle radiocomunicazioni uno stadio in cui le espressioni dei nostri pensieri possono essere istantaneamente trasmesse e ricevute dai nostri simili, pressoché istantaneamente e simultaneamente, praticamente in ogni parte del globo [...].

La radiodiffusione, tuttavia, con tutta l'importanza che ha raggiunto e i vasti campi inesplorati che restano ancora aperti, non è - secondo me - la parte più significativa delle comunicazioni moderne, in quanto è una comunicazione "a senso unico".

Un'importanza assai maggiore è legata - a mio parere - alla possibilità fornita dalla radio di scambiare comunicazioni ovunque i corrispondenti possano essere situati sia nel mezzo dell'oceano, sia sul pack ghiacciato del polo, nelle piane del deserto, oppure sopra le nuvole in aeroplano! [...]

Ditemi se questa non è la previsione del ruolo che cinquanta anni dopo avrebbero avuto le comunicazioni mobili e personali!

Ma nel finale dello stesso radiomessaggio vi è anche quest'ultimo brano che ben si presta come conclusione per queste mie note, alla luce di quanto anticipavo precedentemente:

Nella radio abbiamo uno strumento che ci permette di avvicinare i popoli del mondo, di fare sentire le loro voci, le loro necessità e le loro aspirazioni. Il significato di questi moderni strumenti di comunicazione è così totalmente rivelato: un potente mezzo per il miglioramento delle nostre mutue relazioni di cui oggi possiamo usufruire; dobbiamo solo seguirne il corso in uno spirito di tolleranza e di comprensione reciproca, solleciti nell'utilizzare le conquiste della scienza e dell'ingegno umano per il bene comune.

Ecco l'eredità più grande che Marconi lascia ai cittadini del mondo di oggi. Ecco il motivo per ricordare a cent'anni di distanza quell'esperimento che aprì la strada ai sistemi di comunicazione planetari.

Gabriele Falciasecca
Presidente della Fondazione G. Marconi

Le nostre radici

1901 - 2001: a cento anni dall'impresa transatlantica di Guglielmo Marconi

GABRIELE FALCIASECCA

BARBARA VALOTTI

Ci sono stati tre grandiosi momenti nella mia vita di inventore.

Il primo, quando i segnali radio da me inviati fecero suonare un campanello dall'altro lato della stanza in cui stavo svolgendo i miei esperimenti; il secondo, quando i segnali trasmessi dalla mia stazione di Poldhu, in Cornovaglia, furono captati dal ricevitore che ascoltavo a S. Giovanni di Terranova, dall'altra parte dell'Oceano Atlantico a una distanza di circa 3000 km; il terzo è ora, ogni qualvolta posso serenamente immaginare le possibilità future e sentire che l'attività e gli sforzi di tutta la mia vita hanno fornito basi solide su cui si potrà continuare a costruire. [Guglielmo Marconi - dicembre 1935]

La pacifica rivoluzione delle comunicazioni radio, o "senza fili" come si diceva una volta, è una delle mutazioni più straordinarie alle origini del mondo contemporaneo.

Guglielmo Marconi fu l'iniziatore di quella rivoluzione: il suo sistema di telegrafia senza fili realizzato nel 1895 segnò l'inizio delle radiocomunicazioni. Grazie alla sua straordinaria capacità di combinare una singolare abilità tecnologica ed un concreto spirito imprenditoriale, egli si dedicò allo sviluppo della sua invenzione e, passo dopo passo, mandò messaggi radio sempre più lontano. Nell'arco di soli sei anni, nei quali agì da vero e proprio pioniere della nuova tecnologia, Marconi riuscì a realizzare un'impresa che Thomas Alva Edison definì *un'audacia monumentale*: nel dicembre 1901 i segnali invisibili e senza fili, che fino a pochi anni prima non andavano oltre le pareti dei laboratori scientifici, furono inviati al di là dell'Atlantico.

Si è dunque appena celebrato il centenario della prima radiotrasmissione transatlantica, successivamente definita dallo stesso Marconi *un esperimento piuttosto ardito*: di certo si trattò di una sfida alle conoscenze scientifiche disponibili e costituì un notevole azzardo economico. Essa rientrava nella sua concezione delle radiocomunicazioni che fin dall'esordio aveva concepito come una sfida alla distanza.



Guglielmo Marconi all'epoca dei suoi primi esperimenti transatlantici.

Archivio Fondazione Marconi (Collezione Casoli)



Foto di famiglia: Guglielmo Marconi è il secondo in piedi da destra.

Degli esordi, assai interessanti, vale la pena raccontare alcuni elementi, soprattutto alla luce delle importanti informazioni emerse dall'analisi dei quaderni di laboratorio del giovane Marconi, ritrovati solo pochi anni fa.

Guglielmo Marconi nacque a Bologna il 25 aprile 1874. Suo padre, Giuseppe, era un ricco possidente terriero e sua madre, Annie Jameson, era di origine irlandese. Seguì lezioni private principalmente in Toscana dove la sua famiglia trascorse alcuni inverni, e ben presto iniziò a dedicarsi con crescente interesse alle scienze sperimentali.

Figura molto importante nella sua formazione fu Vincenzo Rosa, professore di fisica del Liceo Niccolini di Livorno: nelle lezioni che Marconi seguiva per poter conseguire da privatista il diploma di studi superiori (obiettivo mai portato a termine per l'impegno sempre maggiore che dedicava ai suoi "studi elettrici particolari", come scrisse in una lettera da Livorno al fratello), l'insegnante trasmise sicuramente al giovane aspirante inventore una forte passione per l'elettrotecnica. Negli anni chiave della sua formazione (1890-94) Marconi allestì un laboratorio nella soffitta della casa paterna (Villa Griffone a Pontecchio, vicino Bologna, che rimaneva la principale residenza di famiglia) nel quale inizialmente realizzò esperimenti di elettricità. I quaderni di laboratorio di quel periodo mostrano un costante interesse per le applicazioni pratiche e per un possibile sfruttamento commerciale di quanto tentava di realizzare nei suoi esperimenti.

L'analisi della documentazione relativa al giovane Marconi ha mostrato che egli, spesso descritto come un autodidatta privo di conoscenze scientifiche e giunto all'invenzione della telegrafia senza fili quasi all'improvviso, si teneva, in realtà, al corrente da anni sui risultati della ricerca d'avanguardia. Di rilievo in tal senso fu l'abbonamento all'ottima rivista *L'Elettricità*, che il giovane leggeva con assiduità.

I documenti hanno anche messo in luce che Marconi aveva grande dimestichezza con le esperienze elettriche, che eseguiva con tenacia e nella

massima segretezza, e che poneva come principale obiettivo delle sue ricerche l'impiego industriale, lo sfruttamento commerciale. Questi elementi sono stati decisivi per la strategia che egli adottò, negli anni 1894-1895, allo scopo di comunicare per mezzo di onde elettromagnetiche e di giungere all'invenzione della telegrafia senza fili.

A partire dal 1894 Marconi si dedicò, infatti, all'idea di utilizzare le onde elettromagnetiche per comunicare "senza fili" e lavorò incessantemente al fine di realizzare un efficace sistema di trasmissione e ricezione.

In seguito alla scoperta delle onde elettromagnetiche, effettuata da Heinrich Hertz nel 1888, diversi ricercatori europei svolsero ricerche su questo nuovo fenomeno. Tra questi studiosi, i più noti furono Oliver Lodge, Edouard Branly e Augusto Righi: essi svolsero esperimenti importanti all'interno dei propri laboratori. Guglielmo Marconi portò invece quelle onde fuori dal suo laboratorio con l'intento di trasmettere segnali a distanze sempre maggiori.

Nell'estate del 1895 riuscì a trasmettere a una distanza di 2 km. In quegli esperimenti, il trasmettitore fu collocato nel giardino di Villa Griffone e il ricevitore era al di là di un ostacolo naturale, la celebre "collina dei Celestini". Quel primo vagito della radio fu segnato dal famoso colpo di fucile che rappresentò la risposta gioiosa alla riuscita dell'esperimento.



Il primo ostacolo superato dalle onde radio: la collina dei Celestini, posta di fronte al primo laboratorio di Marconi nella campagna bolognese.

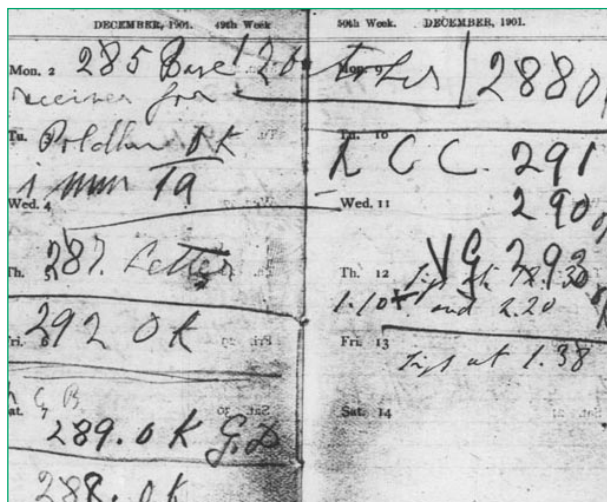
I primi successi lo convinsero delle potenzialità relative al suo nuovo sistema di comunicazione radio. Egli, infatti, ricordò in seguito: *fin dal 1895, al tempo cioè dei miei primi esperimenti, io ebbi l'intuizione, direi quasi la visione chiara e sicura, che le comunicazioni radio sarebbero state possibili sulle più grandi distanze.*

L'esperimento della collina fu dunque l'inizio di un lungo e difficoltoso cammino che Marconi decise di compiere per dedicarsi allo sviluppo industriale dell'invenzione: in questo mostrò un'abilità non inferiore a quella evidenziata come sperimentatore. Teatro di questa storia affascinante fu Londra dove, giovane non ancora ventiduenne e promettente inventore con ambizioni imprenditoriali, arrivò nel febbraio 1896. La scelta dell'Inghilterra, Paese economicamente e industrialmente avanzato e fortemente interessato al potenziamento delle reti di comunicazione, fu più che azzeccata. Marconi decise di trasferirsi - consapevole dell'appoggio che a Londra gli avrebbero fornito i suoi parenti irlandesi, in particolare il cugino Henry Jameson Davis - per sviluppare la sua invenzione. È qui il caso di rilevare che, sulla base della documentazione oggi disponibile, con ogni probabilità Marconi non prese contatto con alcun Ministero italiano ma decise subito, in maniera del tutto giustificata, di recarsi in Inghilterra. Questa ipotesi sembra essere confermata dai validi motivi che spinsero Marconi in quella direzione (primo fra tutti gli appoggi su cui poteva contare nella capitale finanziaria dell'epoca) e, anche, dai buonissimi rapporti che egli ebbe poi con l'Italia, fatto che sarebbe in netto contrasto con quel clamoroso rifiuto, di cui troppo spesso si è parlato e di cui non esiste alcun documento probatorio, che il governo italiano gli avrebbe espresso all'inizio della sua carriera.



Guglielmo Marconi a Londra nel 1896.

Tra i primi contatti londinesi, di grande importanza fu quello con William Preece, allora direttore tecnico del General Post Office. In quell'anno, Marconi - con la decisiva collaborazione dei migliori avvocati del settore - brevettò il proprio sistema di telegrafia senza fili.



Il quaderno sul quale Marconi annotò la ricezione dei primi segnali transatlantici.

Nel luglio del 1897 egli costituì una società per sviluppare e commercializzare il suo nuovo metodo di comunicazioni senza fili. Il nome iniziale della società, *the Wireless Telegraph & Signal Company*, fu modificato nel 1900 e divenne *Marconi's Wireless Telegraph Company*.

La cautela, l'abilità negoziale, il talento dimostrato nel gestire le pubbliche relazioni, la ricerca dei consulenti giusti furono elementi essenziali del successo di Marconi e vennero in parte agevolati dal sostegno familiare, ma affondarono le loro radici nelle ambizioni, nella determinazione e nella chiarezza di obiettivi che hanno caratterizzato la formazione dell'inventore.

Queste qualità furono fondamentali durante l'enorme mole di lavoro necessaria per un'affermazione sempre più ampia della radiotelegrafia. Nei primissimi anni di attività della Compagnia, Marconi e i suoi collaboratori si mossero principalmente in due direzioni: quella dell'incremento della portata delle trasmissioni e quella della riservatezza e dell'indipendenza delle comunicazioni. Questo secondo problema venne da lui risolto con il famoso brevetto 7777 relativo alla sintonia dei circuiti trasmettenti e riceventi che svelò l'esistenza di una nuova dimensione, *lo spettro radioelettrico*, che opportunamente diviso e governato poteva permettere la comunicazione contemporanea di molti segnali senza interferenze, allargando in modo straordinario la capacità comunicativa della radio.

I successi ottenuti sul piano delle distanze si susseguirono rapidamente ma al tempo stesso furono il frutto di una frenetica attività condotta nelle stazioni radiotelegrafiche sperimentali realizzate dalla Compagnia Marconi tra il 1898 e il 1901 e distribuite in particolare sulle coste della Manica, su navi e battelli che fungevano da faro. In soli quattro anni la portata delle trasmissioni raggiunse i 10, 50, 130, 300 km. Finché Marconi - all'età di 27 anni - intraprese l'esperimento più importante della sua carriera: la prima trasmissione radiotelegrafica attraverso l'Oceano Atlantico. Sapeva che la riuscita avrebbe avuto una portata pratica gigantesca. Di fatto si

sarebbe dimostrata la possibilità di realizzare un sistema di telecomunicazioni su scala planetaria, senza fili o altri materiali, utile per stazioni fisse o per le navi, in grado di togliere dall'isolamento qualunque essere umano. Ancora una volta l'inventore si scontrava con un certo scetticismo della scienza ufficiale, comprensibile ma dovuto all'imperfetto uso del modello teorico allora disponibile sulla propagazione delle onde elettromagnetiche, che difatti poi sarà affinato a seguito dei risultati sperimentali da lui ottenuti. Secondo la fisica di fine Ottocento le onde elettromagnetiche utilizzate da Marconi potevano, infatti, propagarsi solo in linea retta. Data la curvatura della terra, una colossale montagna d'acqua avrebbe impedito qualsiasi trasmissione tra le due sponde dell'Atlantico.

Marconi - che dava più peso ai propri esperimenti che alle convinzioni teoriche diffuse - decise ugualmente di tentare la trasmissione di messaggi attraverso l'Atlantico. La sua fiducia posava su alcuni esperimenti preliminari, che avevano mostrato che le onde radio potevano essere ricevute ben oltre l'orizzonte e che dunque la sfera terrestre non ostruiva totalmente le comunicazioni.

La località prescelta per la costruzione della stazione trasmittente fu Poldhu (all'estremità occidentale della Cornovaglia); la stazione ricevente, dopo varie traversie, venne installata a St. John's, nell'isola di Terranova in Canada.



La prima radiotrasmissione transatlantica (12 dicembre 1901).

Dopo un anno di lavoro frenetico e dopo una serie di incidenti che ritardarono l'avvio delle prove, il 12 dicembre del 1901 un debole segnale - i tre punti indicanti la lettera S nel codice Morse - fu captato da Marconi sull'altro lato dell'Atlantico nel laboratorio allestito in una vecchia costruzione situata in cima a una collina dal nome profetico: *Signal Hill*. Nei giorni precedenti nulla emergeva dal rumore di fondo e il tempo inclemente spazzò via il pallone al quale, nell'ambiente esterno reso ostile dai rigori dell'inverno, egli aveva affidato l'estremità superiore della lunga antenna, necessaria per la ricezione, portata a un'altezza di 120 metri. Una miglior tenuta fu assicurata dagli aquiloni, allora chiamati cervi volanti.

La testimonianza più suggestiva di quella impresa straordinaria è sicuramente quella del suo protagonista:

Nei primi giorni di dicembre del 1901 arrivai a San Giovanni, e in brevissimo tempo feci costruire e sistemare la stazione ricevente... I miei assistenti in Inghilterra avevano l'ordine di trasmettere una serie ripetuta di lettere 'S' dell'alfabeto Morse a una determinata velocità, durante certe ore prestabilite. Gli apparecchi erano necessariamente assai primitivi e oggi, guardando indietro e ripensando a quegli impianti, non si può fare a meno di meravigliarsi di come la prova sia potuta riuscire: onde continue a quell'epoca non esistevano, non si possedevano le valvole termoioniche, che oggi assicurano così grandi vantaggi, né si conoscevano tanti preziosi apparecchi elettrici divenuti ora di uso comune; in breve i trasmettitori e i ricevitori di cui allora disponevamo verrebbero oggi giudicati pressoché inservibili.

La mattina del 12 dicembre tutto era pronto e il momento decisivo si avvicinava. Nonostante un fortissimo e gelido vento, si riuscì a innalzare, dopo molti vani tentativi, un cervo volante che sollevava un'estremità dell'antenna ad un'altezza di circa 120 metri. Alle 12,30, mentre ero in ascolto al telefono del ricevitore, ecco giungere al mio orecchio - debolmente ma con tale chiarezza da non lasciare adito a dubbi - una successione ritmica dei tre punti corrispondenti alla lettera 'S' dell'alfabeto Morse. I segnali, cioè, che secondo gli ordini da me impartiti venivano lanciati nello spazio dalla stazione di Poldhu sull'altra sponda dell'Oceano. Era nata in quel momento la radiotelegrafia a grande distanza. La distanza di oltre 3.000 km, che sembrava allora enorme per la radio, era stata superata nonostante il presunto ostacolo della curvatura terrestre che tutti ritenevano insormontabile.

Finalmente, i tre punti della lettera S emersero lentamente dalla congerie di scariche prodotte naturalmente nell'atmosfera, e l'orecchio sensibile di Marconi, sfruttando il ripetersi del segnale riuscì a riconoscerlo come un prodotto proprio, all'interno del rumore di fondo. Marconi chiese al suo assistente, Kemp, di verificare. Kemp rispose che anche lui avvertiva i tre punti.

Con il successo di quell'esperimento si concluse la fase pionieristica delle radio-comunicazioni e tanto l'invenzione, la

radio, quanto il suo inventore, Marconi, poterono entrare da protagonisti nel mondo delle comunicazioni e avviarsi a trasformarlo come tutti abbiamo oggi sotto gli occhi e come un adolescente con molta intuizione e altrettanta determinazione aveva immaginato e realizzato tra i 20 e i 27 anni di età.

La tenacia fu sicuramente una qualità essenziale dell'inventore-imprenditore Marconi, come testimoniato da uno dei collaboratori della Compagnia, R.N. Vyvyan: *Solo coloro che hanno collaborato con Marconi [...] possono comprendere l'eccezionale coraggio che egli dimostrava di fronte a frequenti problemi, la straordinaria fertilità della sua mente nell'inventare nuovi sistemi per sostituire quelli che si rivelavano difettosi e la sua ferma volontà di lavorare, spesso sedici ore di fila.*



Guglielmo Marconi a St. John's di Terranova (dicembre 1901).

Molto interessante è poi un commento pubblicato dal *New York Times* nei giorni immediatamente successivi la prima trasmissione transatlantica: *Se Marconi riesce nei suoi esperimenti di telegrafia intercontinentale, il suo nome rimarrà attraverso i secoli tra quelli dei più grandi inventori di tutto il mondo. Ciò che egli sta tentando di fare verrebbe a rivoluzionare con i suoi effetti la vita sociale, gli affari e le relazioni politiche tra i popoli della terra. Lo spirito che anima le recenti invenzioni è quello di superare gli ostacoli del tempo e dello spazio, congiungere tutte le razze umane, ravvicinandole l'una all'altra. Il successo di Marconi è tale da eccitare potentemente l'immaginazione. E tutti gli uomini intelligenti spereranno fervidamente che la telegrafia senza fili dimostri ben presto di essere non soltanto un giocattolo scientifico, ma un sistema di uso pratico e quotidiano. Il primo trionfo prefigura future conquiste.*

Marconi non aveva mai considerato la radiotelegrafia un "giocattolo scientifico", ma aveva sempre creduto nelle sue straordinarie potenzialità. Già in merito alla scelta di recarsi in Inghilterra dopo i primi esperimenti del 1895 dichiarò: *Mi convinsi così che quel nuovo metodo di comunicazione era destinato a giocare un ruolo importante nella storia delle applicazioni della scienza al servizio dell'umanità e decisi di dedicarmi allo sviluppo della mia invenzione.* S'impegnò quindi assiduamente al perfezionamento del programma transatlantico. Questo nuovo indirizzo comportò diversi anni di ulteriore lavoro: sperimentazioni condotte a bordo di navi (famose quelle del 1902 sul piroscampo americano *Philadelphia* e sulla nave *Carlo Alberto*, messa a disposizione dalla Marina Italiana); la costruzione di nuove stazioni come Glace Bay nel 1902, Cape Cod nel 1903 e Clifden nel 1907, la realizzazione di nuovi dispositivi.

Nel 1908 Marconi riuscì, finalmente, a raggiungere il suo obiettivo più ambizioso: un ponte di comunicazioni regolari tra le due sponde dell'Atlantico. L'anno successivo Marconi vinse il premio Nobel per la fisica, il riconoscimento più significativo tra i tanti che il padre delle radiocomunicazioni ricevette nel corso della sua carriera, interrottasi solo con la sua morte, avvenuta nel 1937.

Quella transatlantica fu, quindi, la più grande sfida dell'intera carriera di Marconi ed egli la affrontò a soli ventisette anni: vincendola gettò le solide fondamenta per un vastissimo sviluppo delle radiocomunicazioni, la cui attualità costituisce, a un secolo di distanza, una straordinaria eredità del suo tenace lavoro sempre guidato da intuizione, ambizione e uno spiccato senso pratico.



Gabriele Falciaesca, professore straordinario e quindi ordinario di "Microonde" dal 1980, presso la Facoltà di Ingegneria dell'Università degli Studi di Bologna, ha tenuto anche gli insegnamenti di "Radiotecnica", "Campi Elettromagnetici e Circuiti" e attualmente svolge quello di "Propagazione" sia presso i Corsi di Laurea in Elettronica e Telecomunicazioni che presso i corrispondenti diplomi universitari. La sua attività di ricerca si è svolta nei settori delle comunicazioni su portante materiale (guide d'onda e fibre ottiche), dei radioaiuti al traffico aereo e di superficie (su gomma e rotaia), delle applicazioni di potenza delle microonde e delle comunicazioni mobili e personali. In questo ultimo settore ha operato nel quadro delle Convenzioni che collegano le Fondazioni U. Bordonni e G. Marconi con l'Istituto Superiore P.T. Già consulente della Fondazione U. Bordonni, del cui gruppo operante a Pontecchiano Marconi è stato a lungo responsabile come direttore del Centro Onde Millimetriche, è stato presidente del Comitato Scientifico della Fondazione G. Marconi di cui è poi diventato il presidente. La sua attività di ricerca attuale è principalmente concentrata sulle comunicazioni mobili e personali di cui ha cominciato ad occuparsi fin dalla fine degli anni '70. È stato esperto della Amministrazione Italiana per il progetto COST 231 sulle comunicazioni mobili e personali, dopo aver coperto identico ruolo nel precedente COST 207, che pose le basi scientifiche del sistema paneuropeo radiomobile GSM. È stato impegnato nei progetti di ricerca della CEE denominati PROMETHEUS, DRIVE e RACE I e II, sempre su problematiche connesse alle comunicazioni mobili. È stato membro del Comitato Scientifico dello CSELT dal 1992 al 2001 e componente straordinario del Consiglio Superiore Tecnico P.T.A. partecipando alla commissione che produsse il riferimento tecnico per l'avvio rapido della gara per il secondo gestore GSM. Dopo una interruzione è oggi membro esperto dello stesso Consiglio. È membro di varie Commissioni Nazionali CCIR, CEI e URSI. È stato presidente del Gruppo Specialistico Elettromagnetismo del CNR ed è stato membro del Comitato di programma del progetto finalizzato Telecomunicazioni del CNR. È autore di oltre centocinquanta lavori scientifici, presentati a Convegni o pubblicati su riviste, fortemente qualificati, sia a livello nazionale che internazionale. Più volte esponente dei comitati tecnici e di programma dei convegni nazionali e internazionali dei settori di cui si occupa (tra cui la Eur. Conf. on MTT); è referee della IEEE Tr. on Vehicular Technology e fa parte dell'editorial board della rivista Wireless and Personal Communications. Ha stimolato la creazione del Consorzio Elettra 2000 per la promozione della ricerca nel campo dell'impatto ambientale della radio e degli usi sociali della medesima: di questo è attualmente il presidente. Dal novembre 1994 al novembre 2000 è stato Direttore del Dipartimento di Elettronica Informatica Sistemistica dell'Università degli Studi di Bologna. È membro del Senato Accademico dell'Università di Bologna dal 1 novembre 1996. Dal settembre 1997 è presidente della Fondazione Marconi. Dal novembre '98 è vicepresidente del Collegio direttori di dipartimento dell'Università di Bologna. Dal febbraio 2001 è presidente dell'ASTER.



Barbara Valotti ha conseguito la laurea in filosofia presso l'Università di Bologna nel 1995, con una tesi di laurea in storia della scienza sulla formazione di Guglielmo Marconi. Dopo un periodo di specializzazione in storia della scienza e della medicina svolto alla Yale University, ha avviato la sua collaborazione con la Fondazione Marconi in qualità di coordinatrice e di consulente storica per la realizzazione del Museo Marconi, del quale è curatrice dal 1999. Ha coordinato e contribuito a diverse iniziative dedicate a Marconi e alla storia della radio, tra le quali mostre, conferenze, pubblicazioni e prodotti multimediali.

Le nostre radici

Omaggio a Marconi, l'uomo della globalizzazione

Un impulso alla crescita del Paese



L'Auditorium delle Comunicazioni è occupato in tutti i suoi posti. I più alti Rappresentanti delle Istituzioni, aderendo all'invito di Maurizio Gasparri, Ministro delle Comunicazioni, partecipano alle Celebrazioni del centenario della prima trasmissione radiotelegrafica transatlantica, sperimentata il 12 dicembre 1901 da Guglielmo Marconi. In prima fila siede il Presidente della Repubblica Carlo Azeglio Ciampi, che ha alla sua destra Marcello Pera, Presidente del Senato. Nella stessa fila prende posto la figlia dello scienziato, Principessa Elettra, visibilmente emozionata ma, come dirà poi il Presidente del Consiglio, "radiosa, sorridente, felice". L'intera manifestazione è trasmessa in diretta televisiva da RAI 1 e da RAI-SAT ed è, anche, seguita da Radio Vaticana e da Radio Radicale.

E, intanto, dalle 5 del mattino è stata attivata una trasmissione messa a punto dall'Istituto di Radioastronomia del CNR di Bologna e dalla Fondazione Marconi: un segnale con la voce di Marconi è inviato dalla grande parabola del CNR di Medicina di Bologna sulla luna, che a sua volta lo rimanda sul nostro pianeta per essere raccolto dapprima dai radioamatori australiani e, via via, con lo scorrere del giorno in nuovi Paesi, sempre più ad occidente, fino ad essere ascoltato alle 3 del pomeriggio in Canada e negli Stati Uniti.

L'astronauta americano Frank Culbertson, in viaggio sulla stazione spaziale internazionale ISS, parla *via radio* di questo centenario e di come si vive nello spazio con un gruppo di studenti che si sono dati appuntamento nell'isola di Terranova, in Canada, dove il primo segnale radiotelegrafico fu ricevuto proprio un secolo fa.

Anche il CNR è presente a queste manifestazioni: effettua oggi una trasmissione di video e dati con Baia Terra Nova nell'Antartide per sperimentare *via satellite* un sofisticato sistema di telecontrollo del robot sottomarino Romeo in attività a 80 m sotto la banchina ghiacciata del mare di Ross. È così possibile osservare a Roma in diretta, ripreso dal robot, il fondo marino dell'Antartide, popolato inaspettatamente da forme di vita "affascinanti".

Guglielmus Marconi
...la sua voce
attraverso la luna

dicembre 1901:
primo radio-collegamento Europa-America effettuato da Guglielmo Marconi
dicembre 2001:
diffusione in tutto il mondo di una registrazione della sua voce utilizzando la
superficie della luna come riflettore di segnali trasmessi dalla terra

**CENTENARIO
PRIMA RADIO-COMUNICAZIONE
TRANSOCEANICA**
ROMA, 12 DICEMBRE 2001
MINISTERO DELLE COMUNICAZIONI

R. Piratino Computergrafica INCTI

Questi avvenimenti fanno da contorno alla Celebrazione ufficiale. È, infatti, festa grande per tutti, perché si vuole onorare il successo “più spettacolare e di maggior rilievo della straordinaria carriera” dello scienziato e, al tempo stesso, si vuole ricordare la prima scoperta di quel “fenomeno misterioso” costituito dalle onde elettromagnetiche, che si propagano nell’*etere* e che consentono di collegare un qualunque punto del globo terrestre con un altro.

Un secolo fa Marconi aveva, infatti, scoperto

che le informazioni potevano viaggiare senza ricorrere a fili di collegamento, anche a distanze quali quelle tra i continenti separati dagli oceani, tra punti, cioè, che non possono vedersi per effetto della curvatura terrestre.

Viene in mente la metafora di Albert Einstein che, a chi gli chiedeva di spiegargli la telegrafia senza fili, rispose di immaginare un gatto assai lungo al quale è tirata la coda a New York e che miagola a Los Angeles. La telegrafia radio, disse lo scienziato, è la stessa cosa. Manca però il gatto.

Oggi intravediamo la sagoma dell’inventore dietro un gran numero di applicazioni perché le comunicazioni radio sono sempre più pervasive nella nostra vita quotidiana: gli apparecchi radio o televisivi, i cellulari, i wireless local loop, i ponti radio telefonici. Di più, dobbiamo essere grati alla scoperta della trasmissione radio se riusciamo a comunicare dagli aerei o dalle navi o, anche, dalle stazioni satellitari orbitanti intorno al nostro pianeta e se riceviamo informazioni da sonde spaziali, anche da quelle che hanno varcato i confini del sistema solare.



MultimediaLab - Formazione, Poste Italiane

Carlo Azeglio Ciampi, Marcello Pera e la Principessa Elettra Marconi entrano nell’Auditorium delle Comunicazioni seguiti da Silvio Berlusconi e da Letizia Moratti.

Celebrazione del Centenario del primo collegamento transoceanico radiotelegrafico

□ *Programma*

- Ore 10,00 • *Saluti di apertura:*
Ministro delle Comunicazioni On. Maurizio Gasparri
Ministro dell’Istruzione, dell’Università e della Ricerca Dott. Letizia Moratti
Presidente della Fondazione Marconi Prof. Gabriele Falciasecca
- Ore 10,15 • Intervento del Presidente del Consiglio dei Ministri
On. Silvio Berlusconi
- Ore 10,30 • Proiezione di un filmato su Guglielmo Marconi
• Video messaggio del Prof. Nicholas Negroponte, direttore di Medialab del Massachusetts Institute of Technology di Boston (USA)
- Ore 10,40 • Prof. Gian Carlo Corazza
• Dott. Piero Angela

Introduce i singoli interventi l’organizzatore della manifestazione
Prof.to Vittorio Stelo, Seg.rio Gen.le del Ministero delle Comunicazioni.

Ma torniamo alla Celebrazione ufficiale per il centenario. L’attualità di Marconi non può essere limitata all’assoluta originalità delle sue scoperte, accolte tra incredulità e sufficienza dal mondo scientifico di allora. Essa deve essere ricondotta alla figura e alle idee dell’uomo che, come sottolineano tutti i relatori che partecipano a questa Celebrazione, oltre a essere un ricercatore era anche un manager.

Maurizio Gasparri, Ministro delle Comunicazioni, organizzatore della Cerimonia, apre, infatti, la manifestazione definendo Marconi “un mito italiano e un autentico eroe del villaggio globale cui oggi ren-



Il saluto di Gabriele Falciasecca, Presidente della Fondazione Guglielmo Marconi.

diamo onore”.... “un protagonista della storia mondiale che, come Cristoforo Colombo, collegò le due sponde dell’Atlantico, e.... che fu un grande creatore al pari di Leonardo da Vinci e di Galileo Galilei. Una dimensione di assoluto primato che accomuna questi grandi artefici del progresso scientifico e tecnologico”.

“Marconi - afferma il Ministro - non ha solo stabilito un ponte tra le due sponde dell’Atlantico, ma ha anche creato un vincolo tra il mondo della tecnica e quello dell’imprenditoria. A dimostrazione di come il genio di Marconi segua il solco leonardesco di fondere teoria e pratica, intuizione e realizzazione, inventiva e applicazione”.

“Anche in questo ruolo di inventore e di imprenditore delle comunicazioni, Marconi - rileva Gasparri - fu profondamente italiano”.

Il Ministro auspica, quindi, che in Italia si possa “vivere da protagonisti questa sfida” nel prossimo futuro.

Letizia Moratti (Ministro dell’Istruzione, dell’Università e della Ricerca) dà una prima risposta a questa proposta introduttiva. Dopo aver ricordato “l’orgoglio di essere italiano” sempre affermato da Marconi - in un contesto di ricerca di eccellenza che già allora vedeva cadere le frontiere nazionali - prospetta ai presenti il proprio disegno sul ruolo dei ricercatori nel nostro Paese, nell’ambito di una sempre maggiore partecipazione a livello internazionale alla ricerca.

Il Ministro richiama al riguardo il programma da lei presentato all’inizio di questa legislatura e sottolinea che “proprio alla ricerca il Governo affida un ruolo strategico per la modernizzazione del Paese e per l’inserimento da protagonista dell’Italia nel consesso internazionale”. Sempre “con l’uomo al centro di ogni attività”. E in proposito la Moratti ribadisce l’importanza del settore delle telecomunicazioni che “ha creato oggi in Europa circa due milioni di posti di lavoro e un fatturato di 200 miliardi di euro”.

Il Ministro assicura anche l’impegno del Governo per creare nel Paese le condizioni ambientali che favoriscano la ricerca e che permettano ai “migliori cervelli” di rientrare in Italia.

Ma cosa può fare o sta già facendo la ricerca? Una risposta concreta la fornisce Gabriele Falciasecca, Presidente della Fondazione Marconi, che traccia un primo bilancio sullo sviluppo di quella sezione della ICT (*Information Communication Technology*) più vicina alle Celebrazioni perché è radicata proprio nell’eredità ricevuta da Marconi.

“La Fondazione - fa notare Falciasecca - lavora per ricordarne l’opera e per trarre dal suo esempio i giusti stimoli per favorire lo sviluppo delle telecomunicazioni in un mondo, come quello odierno, in cui l’impronta lasciata da Marconi è ben visibile, ma nel quale la sua eredità spirituale non sembra essere stata del tutto compresa”.

“Il rispetto del passato - osserva poi il Presidente della Fondazione, confermando che già ci si muove nella direzione di quanto auspicato prima dai due Ministri - è la base per proiettarsi nel futuro: assieme a noi, l’Università di Bologna e la Fondazione Bordoni hanno portato i laboratori della Villa Griffone a essere punto di riferimento internazionale per i ricercatori che si occupano di radiocomunicazioni in generale e di sistemi radiomobili in particolare. Passato e futuro si uniscono poi nei momenti di divulgazione e nelle giornate di studio”.

MARCONI, L'ATLANTICO, L'UNIVERSO

di Gian Carlo Corazza*

Nel 1995, in occasione del centenario della prima trasmissione radiotelegrafica di Guglielmo Marconi, dopo aver precisato che avrei usato la parola Radio intendendo, come avveniva al tempo di Marconi, tutto l'insieme delle wireless communications e non la sola radiofonia, come oggi è entrato nell'uso comune, affermai che la Radio era nata, nel 1895, nel momento in cui tre scariche elettriche, corrispondenti ai tre punti della lettera S dell'alfabeto Morse, erano state generate da Marconi nel giardino di Villa Griffone, nelle vicinanze di Bologna e avevano fatto trillare il campanello del ricevitore situato al di là di una collina, detta dei Celestini, a circa due chilometri di distanza.

Subito dopo, però, aggiunsi che la neonata Radio avrebbe emesso il suo primo "strillo", ovvero si sarebbe dimostrata non solo "viva", ma anche "vitale", soltanto sei anni dopo, nel 1901, quando altre tre scariche, questa volta generate a Poldhu, sulla costa della Cornovaglia, in Gran Bretagna, avrebbero attraversato l'Atlantico per giungere all'orecchio di Marconi, a Saint John's, nell'isola di Terranova, oggi Canada, a più di tremila chilometri di distanza.

Pochi minuti fa la voce di Guglielmo Marconi ci ha fatto rivivere, in modo ovviamente inimitabile, l'esperienza transatlantica e non sono certo io che posso aggiungere altre parole sui fatti che si svolsero il 12 dicembre 1901.

Piuttosto - e in tutta modestia - cercherò di chiosare il discorso marconiano con alcune considerazioni che da un lato potrebbero far meglio comprendere, alla luce di quanto oggi conosciamo, perché Marconi riuscì in un'impresa ritenuta impossibile e dall'altro consentano di trarre utili insegnamenti dalla figura e dall'opera di Guglielmo Marconi.

A tal fine posso innanzi tutto rilevare che, durante il racconto, il tono della voce di Guglielmo Marconi è freddo, quasi distaccato. Indubbiamente ciò è da imputare ai geni ereditati dalla madre anglosassone, ma è anche vero che per parlare in quel modo, a più di trent'anni di distanza, Marconi doveva ancora sentire entro di sé la determinazione, arriverei a dire la fede, che lo aveva sorretto nel momento dell'esperienza, nel 1901.

È questo uno degli aspetti più caratteristici dei successi di Guglielmo Marconi, che ha sempre svolto la Sua attività con formidabile tenacia, quasi sorretto da una visione profetica degli eventi futuri.

Peraltro, a parte le intuizioni geniali, è certo che Marconi, era un grande sperimentatore, che sapeva trarre utili suggerimenti dai risultati delle Sue esperienze. Ricordo che quando, insegnando, parlavo di questa qualità di Marconi ero solito fare la seguente affermazione: "Chissà in quante culture su vetrino si erano sviluppati funghi prima che Sir Ambrose Fleming scoprisse gli antibiotici, ma mentre Fleming aveva notato la scomparsa dei batteri, gli altri buttavano via il vetrino..."

Da quanto precede discende un primo ammaestramento: "le convinzioni si formano sulla base dell'esperienza, ma gli obiettivi devono essere perseguiti con la tenacia di chi è convinto di essere nel vero".

Un corollario a questa pillola di... saggezza:

"Se vi è un contrasto fra la teoria e l'esperienza, è la teoria che è da buttare..."

Ovvio?

Mica tanto.

Infatti, la vicenda transatlantica è istruttiva anche sotto questo punto di vista, perché la maggioranza, se non la totalità, degli studiosi dell'epoca riteneva impossibile la traversata dell'Atlantico da parte delle onde elettromagnetiche. Tale convincimento derivava dal fatto che un modello matematico corretto, le equazioni di Maxwell, veniva applicato a un ambiente, il globo terracqueo, del quale si aveva una conoscenza incompleta; infatti, non si sapeva allora dell'esistenza di uno strato di aria ionizzata dai raggi del sole, denominato ionosfera, situato a circa duecento chilometri sopra le nostre teste, che nei confronti delle onde elettromagnetiche di frequenza compresa all'incirca fra 3 e 30 MHz (trenta milioni di cicli al secondo, le così dette onde corte), si comporta in modo analogo a quello di uno specchio nei confronti della luce, cioè le riflette. Proprio tenendo presente questa proprietà, si può oggi affermare che le onde elettromagnetiche di frequenza compresa in quella banda sono rinviate verso terra dalla ionosfera.



Gian Carlo Corazza interviene nel corso della Celebrazione.

Ne discende che nel caso in cui le onde elettromagnetiche vengono emesse con direzioni inclinate di un angolo non nullo rispetto alla verticale, esse, con un'alternanza di riflessioni nel terreno e nella ionosfera, possono girare intorno alla terra, come se fossero all'interno di una guida d'onda.

Allo scopo di creare un'utile associazione di idee posso aggiungere che ai nostri giorni il posto della ionosfera è occupato dai satelliti di telecomunicazioni, che, rinviando verso terra le informazioni che li raggiungono, altro non fanno che collegare punti che non sono in visibilità fra di loro.

A proposito di satelliti, è interessante segnalare che per una singolare, non voluta, coincidenza quest'anno, a cento anni dalla trasmissione transatlantica di Marconi, è stato lanciato un satellite che collega l'Europa con il continente americano, al quale l'ente gestore ha dato il nome di Atlantic Bird Marconi e che un secondo satellite Atlantic Bird, di costruzione italiana, volerà, fra breve, sempre nel nome di Marconi.

Per proseguire nell'associazione del passato col presente, posso anche osservare che la funzione svolta dalla ionosfera nei confronti delle onde corte è simile a quella che nelle fibre ottiche compie il manicotto di vetro situato all'esterno della regione, pure di vetro, ma con caratteristiche elettriche differenti, nella quale si propaga la luce. Peraltro, se si vuole completare il quadro delle analogie si può pure dire che gli impulsi di luce che trasmettono l'informazione nelle moderne fibre ottiche non differiscono concettualmente dalle scariche elettriche usate da Marconi (sempre di rumore si tratta).

Ritornando a parlare della traversata transatlantica, si può dire che le conoscenze che oggi abbiamo ci permettono di affermare che per sfruttare al meglio la presenza della ionosfera è necessario usare frequenze al di sotto dei 30 MHz, ma non troppo vicine ai 3 MHz, dove il rumore atmosferico, dovuto a fulmini e saette, è molto intenso. A quest'esigenza, nel 1901, fece fronte il fatto che il trasmettitore utilizzato a Poldhu era un "cattivo" trasmettitore perché emetteva molte frequenze, sotto forma di armoniche. Questa, che poteva sembrare una caratteristica negativa, fu invece la carta vincente, perché in tal modo venivano irradiate anche quelle frequenze che pur risentendo in modo significativo della presenza della ionosfera, non subivano un'eccessiva attenuazione e non erano sopraffatte dal rumore. In altre parole, buona parte della potenza emessa andava perduta, ma quella che rimaneva era sufficiente per giungere ad azionare correttamente il sistema ricevente, a Saint John's.

A proposito di tale sistema si riconosce in esso, ancora una volta, l'impronta del genio di Marconi. Infatti, esso è semplicissimo, simile a quello che l'inventore aveva usato nel 1895 a Pontecchio, salvo per l'elemento rivelatore che non è più un coherer a polveri, ma un coherer a goccia di mercurio con telefono. Non mi è naturalmente possibile entrare in maggiore dettaglio, ma posso almeno dire che il tutto si comportava come uno di quei ricevitori basati sull'impiego di un cristallo di galena e di una mollettina, chiamata baffo di gatto, che per molti ragazzi della mia generazione è stato il primo contatto con il mondo della Radio. Con esso si ascoltava direttamente in cuffia, senza amplificatori e alimentazione, il segnale rivelato dal cristallo di galena.

La scelta di tale sistema ricevente fu fatta da Marconi per la sua elevata sensibilità, sensibilità che nel caso specifico era esaltata dal finissimo orecchio musicale dell'inventore (si dice che Marconi udisse sino a 15mila Hertz). Si deve tuttavia aggiungere che, a parte l'antenna, nel ricevitore non vi erano elementi risonanti, per cui quasi tutta l'energia che lo investiva poteva essere utilizzata (oggi diremmo che era un ricevitore a larga banda).

L'aver parlato del coherer a goccia di mercurio con telefono mi suggerisce una considerazione finale.

Nonostante che Marconi avesse ottenuto un regolare brevetto per il coherer a goccia di mercurio con telefono, la paternità di esso venne successivamente rivendicata da almeno altre quattro persone: Solari, Castelli, Tommasina e Chandra Bose. Per tale motivo, anche in questo caso, cade particolarmente acconcia una domanda che tante volte mi sono sentito porre negli anni in cui sono stato Presidente della Fondazione Marconi: "Quanto di originale vi è nell'opera di Guglielmo Marconi e quanto è invece dovuto alla Ricerca di altri studiosi?"

Peraltro una risposta esauriente ed appropriata a questa domanda la si trova in un articolo che un giornalista anglosassone, R.S.Baker, pubblicò nel 1902 sulla rivista McClure Magazine. In tale articolo il Baker, riferendosi a un'intervista fatta a Guglielmo Marconi, scrive:

"Egli prese il coherer di Branly e Calzecchi, l'oscillatore di Righi e usò le scoperte di Henry e di Hertz, ma la Sua opera, a similitudine di quella del poeta che con le parole degli uomini crea una perfetta poesia, fu del tutto originale".

(*) Gian Carlo Corazza: Presidente del Centro radioelettrico sperimentale Guglielmo Marconi (Trieste) e Professore emerito di Campi Elettromagnetici nell'Università degli Studi di Bologna. È stato Presidente della Fondazione Marconi dal 1981 al 1997.



Foto archivio Post Italiane

L'intervento di Silvio Berlusconi, Presidente del Consiglio.

Il percorso da seguire per attuare questo programma si ritrova nelle parole del Presidente del Consiglio, *Silvio Berlusconi*, che sintetizza le indicazioni emerse negli interventi precedenti. Il Premier sente anzitutto il bisogno di "inchinarsi davanti al genio dello scienziato" e cita in proposito il *New York Times*, che celebrò il primo collegamento transoceanico radiografico al momento della scoperta con queste parole: "Ciò che Marconi sta tentando di fare verrebbe a rivoluzionare con i suoi effetti la vita sociale, gli affari e le relazioni politiche fra i popoli della terra".

"Per trovare nella storia della ricerca scientifica qualcosa di simile alla rivoluzione della comunicazione umana indotta dalla telegrafia senza fili - continua poi Silvio Berlusconi - occorre risalire alla metà del Quattrocento, all'invenzione della stampa di Gutenberg"... (L'invenzione di Marconi) "fu allo stesso tempo la consacrazione dell'ingegno e dello spirito imprenditoriale italiano". "Perché - aggiunge - l'altro grande merito di Marconi fu quello di credere fermamente nel valore individuale delle sue scoperte e di volerne mettere a frutto tutte le possibilità e le loro applicazioni pratiche".

Il Presidente del Consiglio mette quindi in luce gli stimoli che possono essere trovati dall'attività dell'inventore affermando che "l'utilizzazione commerciale delle scoperte non significava per lui una mercificazione della scienza ma, al contrario, era il migliore strumento per mettere la scienza al servizio dell'umanità, generando al tempo stesso le risorse necessarie per finanziare nuove ricerche". E prosegue auspicando che "quanto succedeva a lui possa accadere anche ai nostri ricercatori".

Berlusconi si sofferma poi a illustrare quanto fatto in quest'inizio di legislatura: "Il nostro Governo - precisa il Premier - ha voluto dare un impulso con una legge che dà la proprietà della scoperta al ricercatore, anche se la scoperta è effettuata nell'ambito dell'Università alla quale, comunque, dovrà essere riconosciuta una royalty". Il Presidente sente dunque la necessità di puntare sempre più su "un'integrazione tra il mondo della ricerca e quello delle imprese, per far avanzare la conoscenza scientifica e per far progredire l'economia del Paese".

"Se vogliamo un'Italia prospera, competitiva - conclude il Premier - che stia ad esercitare un ruolo nel mondo della globalizzazione, dobbiamo investire nella cultura e in primo luogo in quella forma altissima di cultura che è la ricerca scientifica". Come dire che senza "cultura, scienza, competizione" è difficile far progredire il Paese.

È quindi necessario individuare e prospettare idee nuove per poi dar corso all'attuazione di proposte innovative. Una risposta su come muoversi in questa direzione è offerta già in questa



Da sinistra: Maurizio Gasparri, Silvio Berlusconi, Letizia Moratti.

gio dal mondo analogico a quello numerico. Osserva in proposito che quest'innovazione ha portato a un cambiamento fondamentale perché voce, immagine e dati si sono di colpo trasformati in bit.

La seconda modifica di rilievo, introdotta da poco, riguarda la transizione dalla commutazione di circuito a quella di pacchetto, che ha portato a un miglioramento delle prestazioni dei sistemi di telecomunicazioni rispetto a quelle fornite in precedenza. Essa consente, in pratica, di lasciare i terminali *always on*, cioè sempre in servizio.

Qui Negroponte chiarisce la differenza tra le due modalità di trattamento dei segnali trasmessi: nella commutazione di circuito, quando è stabilita una connessione tra due utilizzatori, la linea è occupata in modo permanente anche se su di essa non viaggia alcuna informazione. Nella commutazione di pacchetto, invece, i segnali presenti su un terminale sono trasformati in pacchetti inviati in rete che sono poi ricomposti sull'altro terminale. Su uno stesso circuito si possono in questo modo trasportare contemporaneamente più messaggi, migliorando così l'impiego dell'intera rete.

La terza innovazione ricordata da Negroponte è rappresentata dallo scambio di buona parte delle comunicazioni dai cavi ai sistemi radio e viceversa. Un'inversione dei portanti trasmissivi, avviata vent'anni fa e consistita: nel trasferire sui sistemi radio la maggior parte dell'informazione che viaggiava nei cavi "interrati"; e, allo stesso tempo, nel trasferire sottoterra i segnali a larga banda, quali quelli televisivi irradiati nell'etere.

Cosa accadrà in futuro a livello mondiale, si domanda quindi il Direttore di Medialab, proponendo poi una "vision" con tre fattori trainanti per la crescita del settore dell'ICT?

Una prima accelerazione si verificherà nei prossimi cinque anni, quando la crescita maggiore nel traffico di telecomunicazioni riguarderà gli oggetti e non le persone.

Si tratterà non solo del traffico fra PC portatili, PC desk-top, cellulari e palmari. Ma anche, spiega (esemplificando) Negroponte, tra frigoriferi, bambole Barbie, pillole conservate in contenitori, che si collegano a Internet per prendere "intelligenza" e quindi per permettere a questi oggetti di svolgere meglio la propria specifica funzione. Questo cambiamento porterà a un nuovo modo di comunicare, perché consentirà l'avvio di microcomunicazioni: ogni pillola contenuta in una scatola, precisa il Direttore di Medialab, dialoga (letteralmente) con quelle vicine; la scatola delle medicine comunica con l'armadietto in cui essa è contenuta e così via.

La seconda spinta alla crescita del settore riguarderà, secondo Negroponte, le reti di telecomunicazioni, che diventeranno sempre più costruite dal basso verso l'alto e non viceversa. Oggi,

sede. Provocatorio e stimolante è, infatti, l'intervento del professor *Nicholas Negroponte*, che si collega via satellite dal Medialab del MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) con l'Auditorium del Ministero. Lo studioso d'oltreoceano ha, infatti, avviato di recente una collaborazione con il Governo italiano, più in particolare con il Ministero delle Comunicazioni, per contribuire, assieme ai ricercatori italiani, allo sviluppo delle moderne tecnologie.

Negroponte nel suo intervento richiama dapprima le tre innovazioni che hanno interessato le telecomunicazioni nel più recente passato: la prima riguarda il passag-

infatti, le grandi aziende realizzano le centrali e le stazioni radio e offrono il servizio ai consumatori che acquistano i telefoni o, più in generale, terminali.

Sta però per emergere un nuovo tipo di reti per le telecomunicazioni, in particolare nell'ambito delle reti radio locali. In esse vedremo apparire nuovi microoperatori telefonici. Un network locale, senza fili, realizzato in un ambito limitato, qual è quello domestico, potrà essere utilizzato, a parere di Negroponte, dai vicini di casa che abitano anche a distanze di 300 m. Le comunità cresceranno così via via e in tempi assai ravvicinati, costituiranno una forza trainante nello sviluppo delle telecomunicazioni.



La Principessa Elettra Marconi durante la Cerimonia celebrativa del primo collegamento transoceanico radiotelegrafico.

Il terzo importante cambiamento, previsto dal ricercatore, riguarda l'emergere di reti nelle quali non esisterà più un punto baricentrico (come è oggi una stazione radiomobile che comunica con i cellulari che si trovano nell'area da essa coperta); ma dove accadrà che ogni elemento, che costituisce una porzione della rete, sarà capace di comunicare con quelle contigue. Quando un messaggio deve essere trasferito da un punto ad un altro nel Paese, esso viaggerà attraverso collegamenti tutti di uguale gerarchia che saranno realizzati caso per caso.

Non è questa, aggiunge Negroponte, la tecnica più efficiente per connettere, ad esempio, Roma a Milano; ma essa sarà funzionale per le comunicazioni che intercorrono in aree urbane, in zone rurali con popolazioni disperse, dove potrà essere installato un sistema di telecomunicazioni in maniera semplice, utilizzando singoli elementi collegati direttamente gli uni con gli altri, senza cioè dover realizzare punti di concentrazione del traffico.

In questa situazione, si chiede il Direttore di Medialab, cosa può essere fatto in Italia? Dare anzitutto spazio alla creatività dei singoli, semplificando i criteri per la cessione di una parte dello spettro radio. Con gamme di frequenza impiegabili più facilmente, senza cioè i vincoli normativi e di concessione oggi esistenti, potrebbero venire alla luce le capacità innovative di tanti nuovi imprenditori e, al tempo stesso, emergerebbero numerose nuove idee di "micro-telecomunicazioni".

Una seconda proposta riguarda il riesame dell'economia delle telecomunicazioni perché perdono progressivamente di valore le regole finora impiegate e basate sul pagamento legato ai minuti d'impegno di una connessione o ai chilometri o anche al numero dei bit trasmessi. Le tariffe oggi in vigore non hanno, infatti, alcun legame con l'effettiva importanza del servizio specifico di telecomunicazioni offerto.

Si deve puntare, invece, suggerisce l'esperto del MIT, a modelli diversi di pagamento, aggiungendo un valore diverso ai flussi dei bit: legandolo, per esempio, alla pubblicità, alle transazioni commerciali o agli abbonamenti.

La terza, e ultima iniziativa, promossa da Negroponte, riguarda il ruolo che l'Italia potrebbe assumere, pensando oltre il 3G e ampliando così il servizio offerto ben oltre quello solo vocale.

Sono queste solo prime proposte, certamente assai stimolanti, e che in tempi rapidi dovranno

HA UNITO IL MONDO E SEGNATO IL FUTURO

Nel pomeriggio del 12 dicembre 2001, il Presidente della Repubblica, Carlo Azeglio Ciampi, partecipa in videoconferenza dal suo studio al Quirinale, alla Rievocazione celebrativa prevista a St. John's nell'Isola di Terranova (Canada) per il centenario della prima trasmissione transatlantica effettuata da Guglielmo Marconi. Questi i due messaggi radiotrasmessi dal Presidente della Repubblica e dal Governatore Generale del Canada Adrienne Clarkson.



Carlo Azeglio Ciampi, Presidente della Repubblica.

Sono particolarmente lieto di celebrare, con il Governatore Generale del Canada, la Signora Adrienne Clarkson, Guglielmo Marconi nel centenario della prima trasmissione radio transatlantica. Le sue scoperte restano straordinarie in un Ventesimo secolo che ci ha donato un progresso scientifico senza precedenti. Queste scoperte colpirono subito l'immaginazione dei contemporanei perché avvicinarono le sponde dell'Atlantico e, progressivamente, ogni angolo della terra. Si dischiuse l'era dell'informazione globale. Il 12 dicembre del 1901, Marconi compie con successo il primo esperimento di trasmissione di un segnale elettromagnetico transatlantico dalla Cornovaglia a Terranova. L'anno dopo invia il primo messaggio di radiotelegrafia dalla Nuova Scozia, infrangendo il muro del silenzio che fino ad allora aveva separato i continenti. La radio e le sue successive applicazioni hanno trasformato radicalmente il modo di vivere del genere umano, iniziato una rivoluzione nelle comunicazioni. scienziato di fama mondiale a soli ventisette anni, primo italiano ad essere insignito del Nobel per la Fisica, Guglielmo Marconi resta simbolo della partecipazione italiana alle grandi rivoluzioni scientifiche e tecnologiche dei tempi moderni.

I successi di Marconi si collocano nel solco di una tradizione di Ricerca italiana che risale all'Umanesimo. Il fascio di onde indirizzato sulla luna e da questa riflesso sulla terra richiama infatti gli studi pionieristici condotti da Leonardo da Vinci e le intuizioni di Galileo Galilei. Passione per la Ricerca, fiducia nella scienza come fattore di progresso al servizio dell'umanità, tenacia nel perseguire i traguardi più ambiziosi sono il patrimonio ideale che egli ha lasciato alla società del terzo millennio.

La sua testimonianza è un incitamento a rafforzare la Ricerca scientifica in ogni campo, dalla lotta contro le malattie alla tutela dell'ambiente e ad utilizzare la comunicazione globale come veicolo che alimenti la scintilla della conoscenza, il dialogo diretto fra i popoli. Informazione e conoscenza generano libertà. Marconi resta un esponente emblematico di un sapere scientifico che vuole essere patrimonio universale e inesauribile risorsa al servizio della collettività. Ha confermato che la scienza non è mai fine a se stessa, che essa è essenziale per il miglioramento della condizione umana. Le sue invenzioni hanno salvato milioni di vite. L'impresa di questo grande scienziato italiano unisce in particolare il Canada e l'Italia. Sulla sua scia continua intensa la collaborazione fra i nostri due Paesi, particolarmente attiva nella cooperazione scientifica e culturale, resa ancora più stretta dalla presenza in Canada di una importante comunità di origine italiana. Oggi la figura di Guglielmo Marconi viene commemorata e onorata in tutto il mondo. È il doveroso tributo che l'umanità intera gli deve.

Carlo Azeglio Ciampi
(Presidente della Repubblica Italiana)

Presidente Ciampi, Eccellenze, Alto Commissario, Signore e Signori

In Canada e in Italia celebriamo oggi un evento unico che ha modificato completamente il nostro modo di vivere: riuscendo a dimostrare che le onde radio seguono la curvatura terrestre, Marconi ha, infatti, aperto la porta alla trasmissione istantanea delle informazioni intorno al globo terrestre. Così facendo ha in pratica ridotto le distanze.

Possiamo idealmente immaginare quella giornata con venti burrascosi di cento anni fa. Marconi sale con difficoltà la collina, trasportando a mano gli aquiloni collegati ad antenne, che immaginiamo siano stati lanciati con difficoltà in alto mentre imperverava una tempesta. E poi l'attesa nel freddo gelido, fino a sentire tre deboli clic, un messaggio ripetuto nell'alfabeto Morse.

Gran parte dei segnali fu ricevuta qui, nell'isola di Terranova, terminale di arrivo del Nuovo Mondo. Nella stessa isola, quindi, dove si sono avuti i primi insediamenti europei all'inizio del Diciassettesimo secolo.

Gli italiani furono tra i primi a comunicare queste importanti informazioni su questo nuovo mondo, ricco ma che incuteva timore e che si trovava ai margini occidentali dell'emisfero terrestre conosciuto a quei tempi, stampando le prime carte geografiche.

Oggi questo tipo di mappe non stimola più la nostra immaginazione né indirizza le comunicazioni. Il potere della larghezza di banda offerta dai mezzi moderni di trasmissione dell'informazione ha fatto cambiare l'aspetto al mondo. La fonia, i dati e le immagini, non più i punti e le linee dell'alfabeto Morse, sono inviati simultaneamente sull'intero globo terrestre a velocità straordinarie.

I canadesi hanno un passato pionieristico nel progresso tecnologico. Un importante inventore canadese, non molto famoso, ha trasmesso la voce umana, per la prima volta il 23 dicembre, realizzando così, alla vigilia di Natale, la prima trasmissione radiofonica che fu ricevuta da un gran numero di persone in ascolto.

Noi, in Canada, siamo legati alla storia dei nostri fiumi, delle nostre coste, dei nostri mari o di quelle che sono chiamate le rotte commerciali ideali tradotte dalla mente in comunicazioni.

Non dovrebbe destare meraviglia se Marshall McLuhan sia stato un precursore di questa teoria di mass-age, teoria che ha portato poi a legarci all'ampiezza di banda e - con le parole di McLuhan - al villaggio globale.*

Già da molto tempo abbiamo compreso qui in Canada l'importanza che rivestono le comunicazioni radio. A Terranova siamo sempre in ansia, perché molte nostre attività si svolgono nell'oceano, e vogliamo costantemente vigilare sulla sorte di chi si trova ad operare su imbarcazioni in mare, e che ha bisogno di navigare in sicurezza. Per il Canada il sentiero verso Signal Hill ha rappresentato un momento di transizione; dopo l'esperimento di Marconi le rotte fisiche, così importanti per il nostro Paese, hanno cominciato a cedere il passo alle reti delle comunicazioni e al villaggio globale.

Questo centenario ci consente di parlare al mondo intero, non solo per comunicare i risultati tecnici ottenuti con la trasmissione via radio, senza fili al villaggio globale, ma per ricordare anche il retaggio e la cultura del Canada come Paese, che ha letteralmente accolto tra le proprie braccia le popolazioni dell'intero globo approdate sulle proprie coste.

Il Canada continuerà ancora a farlo; quest'ideale è inciso nella nostra immaginazione, nei nostri sogni e nel nostro modo di vedere noi stessi come nazione.

Immaginate quanto è successo da quando Marconi fece questa scoperta. Cosa ha significato per un Paese grande come il Canada? Chiudete gli occhi e immaginate: punto, punto, punto. Un suono indimenticabile che vuol dire anche "continua".

Grazie Eccellenze.



Adrienne Clarkson, Governatore Generale del Canada.

Adrienne Clarkson

(Governatore Generale del Canada)

(*) Marshall McLuhan, noto sociologo canadese, fu definito da Fortune come "One of the major intellectual influences of our time"; è stato anche indicato come "Oracle of the electronic age". Contribuì, con i suoi studi sulla Comunicazione, alla crescita d'importanza che i media elettronici possono avere tra la gente per farla uscire dall'isolamento individuale e per consentire ad essa di tornare a sentire il bisogno di vivere in comunità nel villaggio globale. Morto nel 1980 non vide, ma forse preconizzò, la confluenza di voce, immagini e testi in Internet. Tra i libri più importanti di McLuhan possono essere ricordati: *Understanding Media* (1964); *The medium is the Mass-age* (1967); *War and peace in the Global Village* (1968); *La città come aula* (1977); *Whoin stenert die Welt* (1978) (n.d.r.).



Foto: archivio Poste Italiane

Il tavolo dei relatori partecipanti alla Cerimonia durante l'intervento di Piero Angela. Da sinistra: l'organizzatore della manifestazione Vittorio Stelo; Gabriele Falciasecca; Maurizio Gasparri; Silvio Berlusconi; Letizia Moratti; Gian Carlo Corazza.

essere approfondite per valutare se trasformarle in obiettivi da perseguire nel prossimo futuro. Esse potrebbero infatti costituire le leve per portare all'avanguardia il nostro Paese come auspicato da tutti i relatori di questa giornata.

In questa ricerca di soluzioni innovative, in alcuni casi anche affannosa, un qualche ausilio può essere fornito ripensando a Marconi, alla sua vita e alle sue invenzioni. Esse, infatti, sono, per chi opera oggi nelle telecomunicazioni, una continua fonte di scoperte che ci consente di entrare in un circolo virtuoso che, grazie a nuovi approfondimenti, ci permette di individuare, di definire e quindi di intraprendere nuove iniziative.

Lo possiamo fare ancora una volta con l'aiuto di *Gian Carlo Corazza* (Presidente del Centro Radioelettrico "Guglielmo Marconi" e in passato Presidente della Fondazione Marconi), che spesso in questi anni ci ha parlato di Marconi e che nel corso di questa manifestazione presenta alcuni nuovi elementi per approfondire sempre più l'attività dello scienziato.

Questi suggerimenti (riportati alle pagine 13 e 14), consentono infatti, da un lato, di "meglio comprendere perché Marconi riuscì in un'impresa ritenuta impossibile" e dall'altro permettono "di trarre insegnamenti dalla figura e dall'opera di Guglielmo Marconi".

Piero Angela, poi, chiudendo questa Celebrazione, da divulgatore della scienza di altissimo livello, ripercorre il secolo Ventesimo che definisce quello caratterizzato dalla "fisica invisibile: radioattività, meccanica quantistica, onde elettromagnetiche" e dopo aver chiarito in maniera estremamente lucida ed efficace cosa sono le onde elettromagnetiche e come avviene la trasmissione radio, è passato a commentare il valore che ha avuto per tutti noi l'impiego dell'invenzione di Marconi a un secolo dalla sua prima sperimentazione.

"È importante - conclude il giornalista - che un Paese sia continuamente pronto ad assorbire le conoscenze e a generarle in una Società che è sempre più competitiva, in un mondo dove la conoscenza sarà sempre più la vera ricchezza".

Le Celebrazioni avranno poi un suggello nel pomeriggio con lo scambio di due messaggi, riportati alle pagine 18 e 19, che attraversano l'Atlantico "via satellite" (ancora quindi utilizzando i sistemi radio!): il Presidente della Repubblica *Carlo Azeglio Ciampi*, dal proprio studio nel Quirinale, parla con il Governatore Generale del Canada, Signora *Adrienne Clarkson*, che si è recata nell'isola di Terranova, per ricordare ancora una volta la nascita del villaggio globale con la scoperta della radio e per sottoli-

neare quanto le invenzioni e l'attività di Marconi abbiano favorito la crescita e l'amicizia tra i popoli e in particolare tra l'Italia e il Canada.

In questo Paese infatti sono presenti tanti nostri connazionali che riescono a mantenere un contatto continuo con la propria terra attraverso i mezzi di comunicazione.

Termina così questa Giornata dedicata a Guglielmo Marconi che disse "le mie invenzioni sono per salvare l'umanità non per distruggerla". Un ultimo messaggio che dovrà continuare a indirizzare tutta la nostra ricerca futura.

Sembra quindi opportuno chiudere questa nota con

due riflessioni riprese dal volume della Fondazione Marconi distribuito in quest'occasione¹: "Le moderne telecomunicazioni possono consentire, nello spirito della Radio, che la conoscenza nel mondo si accresca gradualmente e liberamente".... E ancora: "Marconi imbrigliò le onde elettromagnetiche indirizzandole ai propri scopi. Sarà possibile individuare analoghi mezzi affinché le forze economiche che governano la nostra Società si indirizzino verso gli obiettivi più nobili, più confacenti con un reale sviluppo dell'umanità. Non vietiamoci di sperare che ciascuno di noi, come individuo, attraverso le sue scelte giornaliera possa essere parte dell'apparecchiatura necessaria per conseguire gli scopi".

Rocco Casale

⁽¹⁾ Falciasecca, G.; Valotti, B.: «1901-2001 - Un ponte sull'Atlantico». Re Enzo editrice, dicembre 2001 (pp. 112-113).



Foto archivio Poste Italiane

Il Presidente Ciampi accompagnato da Marcello Cartacci, Direttore del Museo Storico delle Comunicazioni, visita la mostra dei cimeli marconiani.

Per ascoltare gli interventi dei relatori che hanno partecipato alla Celebrazione si può consultare il sito:

www.comunicazioni.it/marconi_day

Per maggiori approfondimenti sulla figura e sull'opera di Marconi si può interrogare il sito:

www.fgm.it

e anche i siti:

www.marconi.com/html/about/ourhistory.htm

www.rca.com

www.marconiusa.org

www.etedeschi.ndirect.co.uk!museum

news.bbc.co.uk/hi/english/sci/tech/defaults.stm

Campi elettromagnetici e comunicazioni cellulari

In vitro studies related to mobile telephony

Sperimentazioni in vitro legate alla telefonia cellulare

ISABELLE LAGROYE
BERNARD VEYRET

This paper is a review of the current knowledge on possible bioeffects of RFR (RadioFrequency Radiations) from mobile technology gained from investigations at the cellular level, e.g. in vitro studies.

A short description of and requirements for in vitro exposure systems are given. In vitro studies on RFR mainly dealt with genomic damage, cellular proliferation, gene and protein expression and signal transduction. Most of these experiments are linked to cancer.

Despite the wide range of exposure conditions used, in vitro studies clearly show that low level- RFR as used in mobile telephony have not been identified as genotoxic agents. Although some effects have been found on specific proteins or enzyme, suggesting that cells may be able to "sense" RFR, their physiological relevance still remains unclear.

In conclusion, in vitro studies as a whole do not support the possibility that exposure to low-level RFR from mobile phone technology could represent a health hazard. However, significant amount of work is still to come from european national and international ongoing projects that should allow for a "definitive" conclusion on that matter within the next two years.

In quest'articolo è presentata una rassegna delle attuali conoscenze sui possibili effetti biologici dovuti alle onde elettromagnetiche della telefonia mobile, ricavate da ricerche condotte su cellule, cioè, con studi *in vitro*.

Sono anzitutto descritti brevemente i sistemi ed i requisiti dei sistemi di esposizione *in vitro*. Gli esperimenti *in vitro* sulle onde elettromagnetiche trattano principalmente la possibile azione genotossica, la proliferazione delle cellule, l'espressione genica e proteica e la trasduzione dei segnali. Molti di questi esperimenti sono legati all'esame della possibile insorgenza del cancro. Malgrado il vasto campo di condizioni di esposizione esplorato, gli studi *in vitro* hanno mostrato con chiarezza che, a bassi livelli di campo elettromagnetico - come quelli relativi alla telefonia mobile cellulare - non emerge alcun agente genotossico. Infatti, anche se si riscontrano alcuni effetti su specifiche proteine o enzimi, che mostrano una "sensibilità" delle cellule alle onde elettromagnetiche, non è stata finora messa in evidenza un'effettiva rilevanza fisiologica delle radiazioni.

In conclusione, gli studi *in vitro* nel loro insieme non avvalorano la possibilità che l'esposizione a onde elettromagnetiche di basso livello, generata dalla telefonia cellulare, possa rappresentare un rischio per la salute.

Un numero significativo di risultati è, tuttavia, atteso dai progetti di ricerca avviati sia sul piano nazionale sia su quello internazionale e questi studi dovrebbero permettere di pervenire a una conclusione "definitiva" su questa materia entro i prossimi due anni.

1. Introduction

In the context of the concerns and fears over mobile telephony and health, various research programmes have been launched world-wide. Several of these research projects deal with *in vitro* models. In this type of experiments, biological samples, mainly cultured cells, are exposed to RFR (RadioFrequency Radiation) in test tubes (*i.e. in vitro*).

The major advantages of *in vitro* investigation are (i) the less-complex nature of the models compared to that of whole organisms, (ii) the large number of cells (samples) that are exposed at the same time and the associated large statistical basis, (iii) the numerous well-characterised positive and negative controls, (iv) the low cost, (v) the ease of exposure, and (vi) the short duration of experiments. Moreover, *in vitro* studies are often best sui-

1. Introduzione

Per rispondere alle preoccupazioni e ai timori sollevati nei riguardi dell'impatto sanitario della telefonia cellulare, la comunità scientifica ha sviluppato in ogni parte del mondo numerosi programmi di ricerca. Molti di questi progetti utilizzano i modelli *in vitro*; in questo tipo di sperimentazioni, campioni di materiale biologico in provetta (per lo più cellule coltivate) sono esposti alle onde elettromagnetiche.

I principali vantaggi offerti dagli studi *in vitro* sono dovuti a: 1) minore complessità biologica del modello rispetto all'intero organismo; 2) gran numero di cellule (campioni) esposte all'agente nello stesso intervallo temporale e la vastità statistica della popolazione considerata; 3) numerosi controlli positivi e negativi che è possibile caratterizzare con accuratezza; 4) costo ridotto degli esperimenti; 5) facilità dell'esposizione; 6) breve durata

ted for the elucidation of mechanisms.

There are obviously some limitations to the *in vitro* approach, in that it does not take into account the regulation mechanisms that exist *in vivo*. Moreover, *in vitro* models often involve cells which contain genetic differences from their normal tissue counterparts as a result of immortalisation and/or transformation. It is thus not easy to extrapolate the results obtained *in vitro* to the situation of animals and even less to human health.

However, *in-vitro* investigations are most needed in health risk assessment, in view of the advantages given above and of the fact that they allow for a better planning of *in vivo* studies.

Many projects have been performed or are under progress on such preparations, particularly on cultured animal or human cells. The table 1 gives the number of cancer and non-cancer *in vitro* studies related to mobile telephony (source: WHO - World Health Organisation¹ database).

	Completed Completati	On going In corso	Total Totale
Cancer relevant or related Studi focalizzati sugli effetti cancerogeni	38	23	61
Non cancer studies Sperimentazioni non legate a effetti cancerogeni	36	19	55

Table 1 State of the art of studies dealing with the bioeffects of low-level microwaves.
Stato dell'arte degli studi relativi agli effetti biologici di campi elettromagnetici di basso livello.

Most of the experiments have been performed at SAR (*Specific Absorption Rate*)² levels at or above the exposure limit for local exposure, relevant to mobile telephone use³, i.e. 2 W/kg.

The main approaches and results obtained *in vitro* are described below.

2. Exposure systems

Exposure conditions for *in vitro* systems are more easily controlled than those used in animal investigations because of the homogeneity of the samples and their small size. However, there are other stringent parameters to control and in particular the temperature of the culture medium, since temperature diffe-

delle prove. In aggiunta, le sperimentazioni *in vitro* costituiscono spesso il riferimento più affidabile per spiegare il meccanismo biologico nel suo complesso.

L'approccio *in vitro* implica, naturalmente, alcune limitazioni: in primo luogo, esso non considera i meccanismi di regolazione che operano *in vivo*. Inoltre, i modelli *in vitro* interessano sovente cellule che, a causa dei processi di conservazione e di trasformazione, presentano alcune differenze genetiche rispetto a quelle presenti nei normali tessuti biologici. Non è immediata, pertanto, l'estrapolazione dei risultati ottenuti *in vitro* al caso di organismi animali ed a maggior ragione alla salute dell'uomo. Ad ogni modo, le sperimentazioni *in vitro* si rivelano assolutamente necessarie per valutare i rischi sanitari, alla luce sia dei vantaggi già menzionati, sia perché esse permettono una migliore progettazione della attività sperimentali su animali (*in vivo*).

Numerose attività di ricerca che utilizzano queste metodologie - in particolare su colture di cellule animali o umane - sono state completate o sono ora in corso. La tabella 1 riporta il numero delle sperimentazioni *in vitro* legate alla telefonia radiomobile; una parte di questi studi è dedicata ai possibili effetti cancerogeni della telefonia mobile (fonte: banca dati dell'OMS - Organizzazione Mondiale della Sanità¹).

La maggior parte degli esperimenti è in genere eseguita a livelli di SAR (*Specific Absorption Rate*)² superiori ai limiti di esposizione per esposizioni localizzate, rilevanti per la telefonia mobile³, per esempio 2 W/kg.

Nel seguito si descrivono le principali metodologie di approccio alla sperimentazione *in vitro* e si riportano i risultati di maggior rilievo emersi nelle prove.

2. Sistemi di esposizione

Le condizioni di esposizione per i sistemi *in vitro* risultano essere più facilmente controllabili di quelle impiegate nella sperimentazione su animali, a causa della omogeneità dei campioni e delle loro ridotte dimensioni. È, tuttavia, necessario uno stretto controllo di determinati parametri ambientali; particolarmente critico risulta essere il mantenimento della temperatura del substrato di coltura, poiché differenze di temperatura superiori a 0,5°C possono modificare profondamente la fisiologia delle cellule e, di conseguenza, possono indurre artefatti, cioè risultati non legati alla causa generante.

L'esposizione delle cellule, a seconda che esse aderiscano al substrato di coltura o che siano in sospensione, avviene in capsule di Petri, in piastre da laboratorio o in beute. È necessario che la distribuzione della potenza assorbita (SAR) sia uniforme e che la valutazione di essa sia il più possibile accurata; le misure possono essere effettuate utilizzando sensori di temperatura e sonde per il campo elettrico.

Una delle tecniche di esposizione più comuni per gli studi *in vitro* è costituita dalle celle TEM (*Trasverso*

⁽¹⁾ World Health Organisation EMF project Web site at <http://www.who.int/peh-emf>

⁽²⁾ SAR (*Specific Absorption Rate*) in W/kg⁻¹. (http://www.nrp.org.uk/understanding_radiation/glossary/glossary.htm)

⁽³⁾ European Recommendation 1999.

⁽¹⁾ Sito WEB ufficiale del progetto EMF dell'OMS disponibile all'indirizzo <http://www.who.int/peh-emf>

⁽²⁾ Tasso di assorbimento specifico in W/kg⁻¹. (http://www.nrp.org.uk/understanding_radiation/glossary/glossary.htm)

⁽³⁾ Raccomandazione europea 1999.

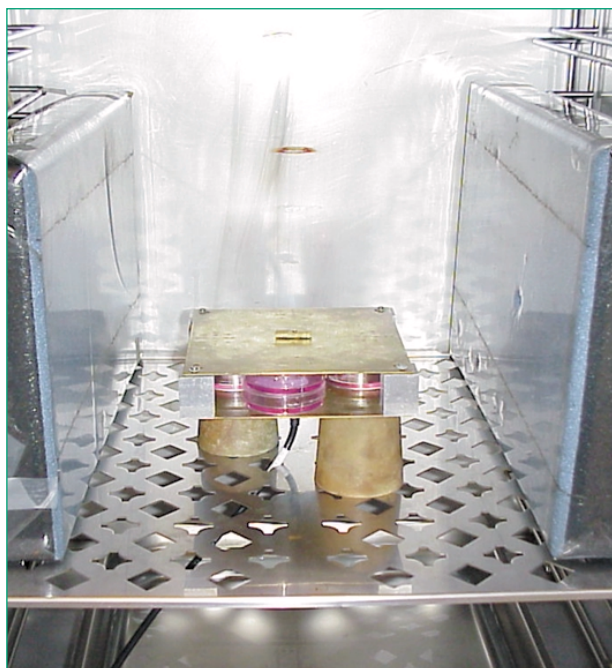


Photo 1 An example of set-up for *in vitro* exposure: the wire-patch antenna.
Un esempio di prova per un'esposizione *in vitro*: l'antenna wire-patch.

rences of more than 0.5°C can deeply affect the physiology of the cells and hence elicit artefactual effects of the microwaves.

Exposure of cells, which are adherent or in suspension, is done in Petri dishes, multi-well plates or flasks. The distribution of the absorbed power (SAR) must be uniform and accurately evaluated. It can be measured using electric field probes or temperature sensors.

One of the more common exposure systems for *in vitro* studies has been the TEM (*Transverse ElectroMagnetic*) cell, where test tubes or culture flasks are placed either perpendicular or paralleled to the electric field [1]. Other systems have been developed which have a better efficiency (SAR per incident Watt): circular waveguide, radial transmission line, shorted waveguide, wire-patch cell [2], etc.

All these systems can be set inside conventional CO₂ incubators or else must recreate the environment needed for cell culture.

3. Genotoxicity and DNA breaks

Many chemical compounds, linked to cancer, are called "genotoxic" as their effect is a direct damage of the DNA molecule. A number of accepted genotoxic tests for carcinogens have been developed (Ames test for mutations, comet assay for DNA (*DeoxiriboNucleic Acid*) fragmentation, chromosome aberration assays, etc.). In contrast, "nongenotoxic" carcinogens can

ElettroMagnetico), in cui le provette o le beute di coltura sono posizionate in direzione perpendicolare o parallela al campo elettrico [1]; sono state sviluppate anche altre metodologie, caratterizzate da una migliore efficienza di assorbimento (SAR per Watt incidente), quali, ad esempio, guide d'onda circolari, linee di trasmissione radiali, guide d'onda troncate, celle con patch radianti [2]. Tutti questi sistemi possono essere collocati all'interno di comuni incubatori a CO₂, o devono comunque ricreare un ambiente appropriato per la coltura cellulare.

3. Genotossicità e interruzioni del DNA

Molti composti chimici cancerogeni sono indicati come "genotossici" poiché il loro effetto genera un danno diretto alla molecola del DNA (*Acido DesossiriboNucleico*). Sono state messe a punto numerose prove di genotossicità, riconosciute dalla comunità scientifica, per i composti cancerogeni, quali il test di Ames per le mutazioni, le analisi di aberrazione cromosomica, il test della cometa per la frammentazione dei cromosomi. Le sostanze cancerogene "nongenotossiche" possono, al contrario, causare cambiamenti genetici indiretti attraverso l'incremento della proliferazione cellulare, l'alterazione del tasso di riparazione del DNA, la generazione di specifiche molecole reagenti, l'inibizione della comunicazione tramite giunzioni tra cellule, le modificazioni del trasporto e della trasduzione dei segnali operati dalle membrane cellulari.

Complessivamente, tenendo conto dei modesti livelli di emissione degli apparati radiomobili, l'esposizione ai campi elettromagnetici, collegata alla telefonia cellulare, non è ritenuta genotossica; nonostante ciò, alcuni risultati, quali gli esiti delle ricerche di Lai e Singh a Seattle [3, 4], hanno sollevato alcune perplessità legate al possibile aumento della frammentazione del DNA. Alcuni ratti sono stati esposti a radiazioni impulsive a microonde (come i segnali RADAR) e il test della cometa è stato usato *in vitro* per valutare l'entità di tale frammentazione. Attività svolte successivamente in altri laboratori utilizzando le stesse metodologie su cellule e su ratti esposti ai segnali della telefonia cellulare, non hanno però confermato questi risultati [5, 6, 7].

Negli ultimi anni sono state pubblicate due rassegne scientifiche dedicate all'esame della possibile azione genotossica delle microonde [8, 9]; in entrambi gli articoli si sottolinea la potenziale sinergia tra i mutageni chimici e le microonde. Di recente, tuttavia, Maes (che aveva precedentemente individuato alcuni effetti sinergici tra mutageni e microonde) ha valutato con nuovi esperimenti, con due test di analisi, il danno al DNA⁴ in cellule esposte a SAR fino a 10 W/kg, non mostrando alcuna indicazione di effetti mutageni o comutageni ovvero sinergici dovuti all'esposizione ai campi elettromagnetici [10, 11].

Tre recenti contributi hanno trattato gli effetti dell'esposizione alle microonde sull'induzione dei *micronuclei*, frammenti di cromosomi che non migrano correttamente nel corso della mitosi; questa tecnica rappresenta una prova di genotossicità ormai consolidata. Hook e i suoi collaboratori [12] hanno esposto linfociti umani a RFR generate da vari segnali di telefonia cellulare, con frequenza di 837 e

⁽⁴⁾ Chromosome aberration and sister chromatid exchange.

⁽⁴⁾ Aberrazione cromosomica e scambio dei cromatidi fratelli.

cause indirect genetic changes through increased cell proliferation, alteration of the rate of DNA repair, modification of cell membrane transport and signal transduction, generation of reactive species, inhibition of gap junction communication, etc...

Overall, microwave exposure related to mobile telephony is not considered to be genotoxic at the low level of mobile telephony devices. However, some results such as that of Lai and Singh in Seattle [3, 4] have raised some concerns about possible increases in DNA fragmentation in brain cells. Lai exposed rats to "radar-like" pulsed microwaves and the comet assay was performed to assess the extent of DNA fragmentation. Further work performed in other laboratories using the same assay on cells and rats exposed to mobile-telephony signals has led to failure in replications [5, 6, 7].

Two recent reviews have been published on the possible genotoxic action of microwaves [8, 9]. In both papers the potential synergy of chemical mutagens and microwaves was emphasised. However, very recently, Maes [10, 11] who had previously found some synergistic effects of mutagens and microwaves, reinvestigated DNA damages⁴ in cells exposed at SAR up to 10 W/kg, and there was no indication of a mutagenic, and/or co-mutagenic - synergistic effect of exposure.

Three recent results have dealt with effect of microwave exposure on the induction of "micronuclei", which are pieces of chromosomes that do not migrate properly during mitosis. This constitutes a well-accepted genotoxicity test. Human lymphocytes were exposed by Hook and coworkers [12] at 837 and 1900 MHz at SAR up to 10 W/kg for various mobile telephony signals. Micronuclei were increased only at 10 W/kg after a 24-hour exposure (well above the guidelines). In spite of temperature control, heating of the samples may have caused the effect. Confirmation studies of these results on micronuclei are under way in the USA and Italy as part of the *FDA/CTIA (Food and Drug Administration / Cellular Telecommunications Industry Association)* research programme.

Other groups [13, 14] found no effect of the *FDMA (Frequency Division Multiple Access)* and *CDMA (Code Division Multiple Access)* signals at 5 W/kg even after 24-hour exposures. Most recently, further work was done in Italy to determine whether the *GMSK (Gaussian Minimum Shift Keying)* modulation used in the *GSM (Global System for Mobile communications)* protocol led to increase in micronuclei [15]. The effects of *CW (Continuous Wave)* and phase-modulated *TDMA (Time Division Multiple Access)* signals were compared on human lymphocytes: only did the modulated signal at a SAR of 2.5 W/kg give rise to a slight but statistically significant increase in micronucleus frequency. Further work is needed to confirm the results and investigate the possible causes or bias (hot spots, etc.).

4. Proliferation and transformation

In vitro studies of the proliferation and tumoral



Photo 2

Image of metaphase chromosomes. Chromosome aberrations are detected on such preparations. Immagine della metafase cromosomica. Le aberrazioni cromosomiche sono individuate con queste preparazioni.

1900 MHz e SAR fino a 10 W/kg. È stato verificato un aumento dei micronuclei dopo un'esposizione continuativa della durata di 24 ore solo per SAR pari a 10 W/kg (valore decisamente superiore ai livelli di esposizione prevista dalle norme); nonostante fosse stato realizzato un controllo della temperatura, è comunque possibile che l'aumento dei micronuclei fosse dovuto al riscaldamento dei campioni osservati. Si sta cercando una conferma di questi risultati nell'ambito di un programma di ricerca coordinato da *FDA (Food and Drug Administration)* e promosso dalla *CTIA (Cellular Telecommunications Industry Association)* e svolto da un laboratorio americano e da uno italiano.

Altri gruppi di ricercatori [13, 14] non hanno rilevato alcun effetto da parte dei segnali *FDMA (Frequency Division Multiple Access)* e *CDMA (Code Division Multiple Access)* in corrispondenza di SAR pari a 5 W/kg, neppure a seguito di un'esposizione di 24 ore. Più di recente, è stato effettuato uno studio in Italia per determinare l'eventuale aumento di micronuclei [15] dovuto alla modulazione *GMSK (Gaussian Minimum Shift Keying)* utilizzata nel sistema *GSM (Global System for Mobile communications)*; in tale ricerca sono stati messi a confronto gli effetti sui linfociti umani di segnali con frequenza continua con segnali modulati in fase con accesso multiplo a divisione di tempo *TDMA (Time Division Multiple Access)*: soltanto per il segnale modulato con un SAR di 2,5 W/kg si è verificato un lieve, ma dal punto di vista statistico, significativo aumento nella frequenza dei micronuclei. Ulteriori indagini sono necessarie per confermare questi risultati e investigare sulle possibili cause (hot-spot, ...).

4. Proliferazione e trasformazione

Gli studi *in vitro* sulla proliferazione e sulla trasforma-

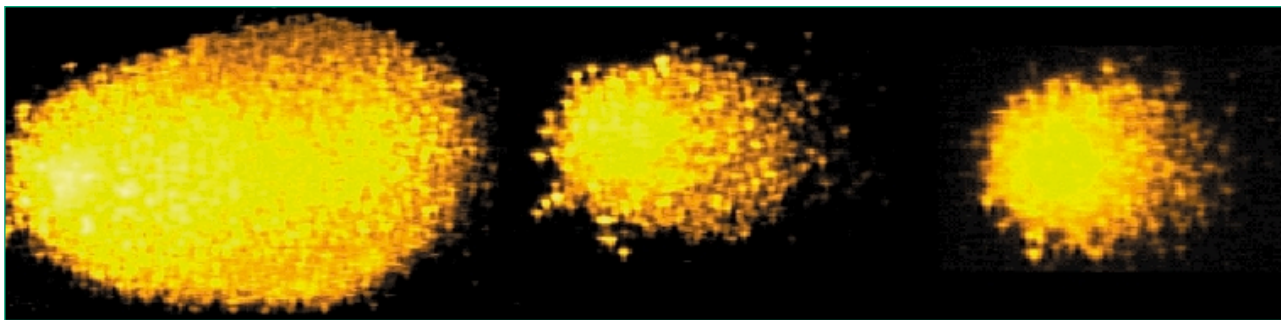


Photo 3

Alkaline comet assay or Single Cell Gel Electrophoresis is a very sensitive assay that allows for the detection of damaged DNA. Representative image of an intact cell (on the right) and of a damaged cell (on the left). In damaged cell, note the migration of the fragmented DNA (cell treated with a toxic chemical).

L'analisi di una cometa alcalina o elettroforesi gel di una singola cellula è una prova molto sensibile che permette di rilevare i danni del DNA. L'immagine mostra una cellula intatta (a destra) e una danneggiata (a sinistra). Nella cellula danneggiata si può osservare la migrazione di frammenti del DNA (cellule trattate con un elemento chimico tossico).

transformation⁵ of cells can help assess the influence of RFR on cancer promotion and progression. If indeed electromagnetic fields are capable of influencing tumour promotion⁶, there is a strong possibility that this will correspond to an increase of the rate of cell division. Following several investigations on proliferation, no general conclusion can be drawn as the few positive results obtained on proliferation at low level go in either directions and very few studies on DNA synthesis have been performed.

The group of Cleary [16] exposed glioma cells to CW 27 MHz or 2450 MHz and observed an increase in proliferation at the high SAR level of 25 W/kg at both frequencies. However, a recent replication study was negative and showed that the initial findings of Cleary were probably due to a faulty temperature control [17].

Following a study of the Balcer-Kubiczek group which showed that modulated RFR had a synergistic effect in transforming C3H10T1/2 cells at 2.5 W/kg [18], a recent replication study done with mobile telephony signals has been negative [19].

5. Gene expression

It has been reported that transient elevations in the expression of several oncogenes⁷ occur in response to exposure of cells to low-intensity *ELF* (*Extremely Low Frequency*)⁸ magnetic fields. This type of work has been conducted primarily with transformed cell lines, such as HL-60 leukemic cells. Further experiments to replicate these observations at ELF did not show the same results, nor did other investigations at RFR, except for the *c-fos* [20] oncogene after a 72-hour exposure to *FMCW* (*Frequency Modulation Continuous Wave*) and CDMA signals.

zione delle cellule⁵ possono contribuire a valutare l'influenza delle onde elettromagnetiche sull'insorgenza o sull'avanzamento dei processi cancerosi; se in effetti i campi elettromagnetici sono in grado di influenzare il processo di promozione⁶ delle cellule tumorali, si ha un'alta probabilità che questa condizione corrisponda a un incremento del tasso di divisione cellulare. Dalle numerose ricerche sulla proliferazione non può ancora essere tratta alcuna conclusione generale; i pochi risultati positivi ottenuti sulla proliferazione a basso livello hanno, infatti, mostrato esiti discordanti, e sono pochi gli studi compiuti sulla sintesi del DNA.

Il gruppo di Cleary [16] ha esposto cellule di glioma a RFR con frequenze di 27 MHz e 2450 MHz a onda continua, *CW* (*Continuous Wave*), osservando un incremento nella proliferazione, in corrispondenza di un elevato livello di SAR pari a 25 W/kg, per entrambe le frequenze. Una replica recente dello studio ha, tuttavia, dato esito negativo, dimostrando che i risultati di Cleary erano probabilmente influenzati da un controllo imperfetto della temperatura [17].

Un esperimento del gruppo Balcer-Kubiczek, in cui si indicava che le onde elettromagnetiche modulate generano un effetto sinergico nella trasformazione delle cellule C3H10T1/2 per SAR di 2,5 W/kg [18], è stato recentemente replicato con esito negativo utilizzando segnali di telefonia mobile [19].

5. Espressione genica

Sono stati rilevati innalzamenti transitori nell'espressione di diversi oncogeni⁷ come conseguenza dell'esposizione di cellule a campi magnetici causati dalle *ELF* (*Extremely Low Frequencies*)⁸ di bassa intensità; questo tipo di analisi è stato condotto principalmente utilizzando linee cellulari modificate, quali le cellule leucemiche HL-60. Studi successivi, compiuti per replicare queste osservazioni speri-

⁽⁵⁾ Transformation of normal cells into an altered growth state.

⁽⁶⁾ Second fase in a transformation process of a normal into cancer cell.

⁽⁷⁾ Genes involved in DNA repair, cell proliferation and cancer processes.

⁽⁸⁾ *ELF* (*Extremely Low Frequency*), mainly 50/60 Hz.

⁽⁵⁾ Trasformazione delle cellule normali verso uno stato di crescita alterato.

⁽⁶⁾ La seconda fase nel processo di trasformazione di una cellula normale in una cellula cancerosa (n.d.r.).

⁽⁷⁾ Geni coinvolti nella riparazione del DNA, nella proliferazione cellulare e nei processi tumorali.

⁽⁸⁾ *ELF* (*Extremely Low Frequencies*), radiazioni con frequenza inferiore a 50/60 Hz.

More recently, the Leszczynski group in Finland reported [21] that in cells exposed to a GSM signal at 2 W/kg, there was an increase in protein phosphorylation and the expression of *HSP 27* (*Heat Shock Proteins 27*) which showed, according to the authors⁹, that the cells recognised exposure as a stress factor. The effect was reversible. Further work along this line of research is warranted in view of the role that HSPs play in response to various stress stimuli.

6. Enzyme activity

The *ODC* (*Ornithine DeCarboxylase*) enzyme controls the rate-limiting step in the biosynthesis of polyamines, which are key molecules involved in cell proliferation. *ODC*'s activity is elevated in cells that are stimulated by exposure to tumour-promoting agents such as *TPA* (*Tetradecanoyl Phorbol Acetate*)¹⁰. Byus [22] had reported that *ODC* activity was significantly elevated in human melanoma cells and rat hepatoma cells exposed to 450 MHz field that was sinusoidally amplitude-modulated at 12-20 Hz, but not at lower or higher modulation frequencies. In the studies of the Litovitz [23] group on several cell lines, the *ODC* response to ELF-modulated RFR was found to be weaker than after *TPA* treatment. In addition, the same group reported later that superposition of white ELF white-noise magnetic fields suppressed the effect of the modulated microwaves [24]. However, there was no evidence for increased cell proliferation or increased DNA synthesis.

Replication studies on *ODC* activity are under way in Finland and France as part of the European programme *Perform B*.

7. Signal transduction

Protein kinases are key enzymes involved in the transduction of signals conveyed from cell membrane receptors to hormones, growth factors, and cytokines to the intracellular sites of action. Because these enzymes, especially *PKC* (*Protein Kinase C*), are known to be key components in the "cellular signaling" pathways activated by tumour promoters, an effect of RFR on kinase activity could promote the growth of transformed cells in a similar manner. Byus et al. [25] had reported a decrease in the activity of one of the protein kinases in response to RF fields. Several other studies have

mentali relative alle ELF, non hanno tuttavia portato agli stessi risultati. Hanno dato esiti negativi anche gli analoghi esperimenti eseguiti alle frequenze radio, con l'eccezione dell'oncogene *c-fos* [20] esposto per 72 ore a segnali in frequenza continua modulati *FMCW* (*Frequency Modulation Continuous Wave*) e *CDMA*.

Più di recente, in Finlandia il gruppo di Leszczynski ha riferito [21] che, in cellule esposte al segnale GSM con SAR di 2 W/kg, si è verificato un incremento nella fosforilazione e nell'espressione dell'*HSP 27* (*Heat Shock Proteins 27*); questo dimostrerebbe, secondo gli autori⁹, come le cellule abbiano riconosciuto nell'esposizione un fattore di stress; l'effetto osservato è risultato reversibile. Alla luce del ruolo primario giocato dagli *HSP*, in risposta a vari stimoli fisiologici di stress, saranno avviati ulteriori studi sulla linea di ricerca aperta da Leszczynski.

6. Attività enzimatica

L'enzima ornitina decarbossilasi, l'*ODC* (*Ornithine DeCarboxylase*), controlla il tasso di limitazione nella biosintesi delle poliamine, molecole chiave coinvolte nella proliferazione delle cellule. L'attività degli *ODC* è particolarmente elevata nelle cellule stimolate dall'esposizione a promotori tumorali quali il *TPA* (*Tetradecanoyl Phorbol Acetate*)¹⁰. Byus [22] ha riportato i risultati di un innalzamento significativo nell'attività degli *ODC* in cellule di melanoma umano e di tumore epatico del ratto esposte a campi elettromagnetici a 450 MHz e modulazione sinusoidale d'ampiezza a 12-20 Hz; questo effetto non si è verificato ad altre frequenze di modulazione. Negli studi del gruppo di Litovitz [23] su numerose linee cellulari, la variazione dell'*ODC* ai campi elettromagnetici a radiofrequenza modulati con onde ELF è stata, tuttavia, meno intensa rispetto al caso delle cellule trattate con *TPA*. Lo stesso gruppo ha in seguito anche mostrato che la sovrapposizione di rumore gaussiano bianco ai campi magnetici ELF sopprime gli effetti sulle colture di cellule dei segnali a microonde modulati [24]. Non è stato comunque messo in evidenza alcun aumento né della proliferazione cellulare, né della sintesi del DNA.

In Francia e in Finlandia sono ora in corso, nell'ambito del programma europeo *Perform B*, ulteriori studi sull'*ODC* finalizzati alla ripetizione degli esperimenti precedenti.

7. Trasduzione dei segnali

Le chinasi sono enzimi chiave coinvolti nella trasduzione dei segnali convogliati dai recettori delle membrane cellulari (ormoni, fattori di crescita, citochine) verso i siti di azione intracellulari. Dal momento che questi enzimi - specialmente la fosfochinasi C - sono conosciuti come componenti essenziali lungo i percorsi della "segnalazione cellulare" attivati

⁽⁹⁾ *HSP* (*Heat-Shock Proteins*). *Heat-shock proteins are involved after exposure to stress stimuli (heat, UV, oxidative stress, ionising radiation, etc.).*

⁽¹⁰⁾ *TPA* (*Tissue Polypeptide Antigen*). *It has been proven that cytokeratins (CKs) are useful tumor markers for the follow-up, treatment monitoring and prognosis evaluation of lung cancer and among these, tissue polypeptide antigen (TPA) plays an important role.*

(Web site at <http://www.info.ncc.go.jp/jjco/>)

⁽⁹⁾ *Le proteine HSP (Heat-Shock Proteins) sono interessate dall'esposizione ad agenti quali, ad esempio, il calore, le radiazioni ultraviolette, gli stress ossidativi, le radiazioni ionizzanti.*

⁽¹⁰⁾ *TPA* (*Tissue Polypeptide Antigen*). *Antigene polipeptidico tessutale: è il riconoscimento immunologico di elevati livelli di una miscela di citocheratine liberate in circolo in corso di neoplasie.*

PIOM laboratory

The acronym for the laboratory stands for *Physics of Wave-Matter Interactions*. It was founded 15 years ago and belongs to the CNRS (equivalent to the Italian CNR). The *bioelectromagnetics* group within the PIOM is 15 people large, including physicists, biologists and one medical doctor. Its research activity is centered mainly on health effects related to *ELF (Extremely Low Frequencies)* and mobile telephony.

Various *in vivo* and *in vitro* models have been developed along with exposure systems (loop antenna, wire-patch cell, etc.). Other activities of the laboratory include therapeutic applications of fields, teaching bioelectromagnetics, dealing with the media! The international links with research groups are numerous and the laboratory is part of several European programmes.

Il Laboratorio PIOM

Il laboratorio, il cui acronimo sta per *Physique des Interactions Ondes-Matières*, è stato fondato 15 anni fa sotto il CNRS (equivalente al CNR italiano). Il gruppo di bio-elettromagnetismo che opera nel PIOM ha quindici unità che comprendono fisici, biologi e un medico. L'attività di ricerca è indirizzata principalmente verso gli effetti sulla salute legati all'*ELF (Extremely Low Frequencies)* e alla telefonia mobile.

Sono stati messi a punto numerosi modelli *in vivo* e *in vitro* assieme a sistemi di esposizione (antenne in loop, celle di wire-patch, ...). Altre attività di laboratorio comprendono applicazioni dei campi elettromagnetici con obiettivo terapeutico, insegnamento di bio-elettromagnetismo, relazioni con la stampa! Sono numerosi i rapporti con gruppi di ricerca internazionali; il laboratorio partecipa anche ad alcuni programmi di ricerca europei.

addressed the effects of ELF-modulated RF fields on protein-kinase activity but none of the later studies have shown a clear relationship between the observation of RFR effects on kinase activity and an elevated rate of cellular proliferation.

8. Calcium ion

In view of the vital role of calcium in the function of neurons and other cells, considerable work has been done on the effects of RF fields on calcium movement in brain tissue. In 1975, Bawin and coworkers [26], had measured the efflux of the calcium ion out of explants of brain tissue, prelabelled with radioactive calcium. Exposure at 147 MHz, at intensities too low to cause heating, increased the efflux of calcium from chick brain, but only if the field was modulated at 16 Hz. The RF carrier frequency alone had no obvious effect.

This observation was confirmed by Blackman in the modulation frequency range 3-30 Hz with a maximum again at 16 Hz [27, 28, 29]. Similar effects were observed in synaptosomes [30] and neuroblastoma cells [31]. However, a number of subsequent studies in other laboratories have fai-

dai promotori tumorali, un effetto delle onde elettromagnetiche sull'attività delle chinasi potrebbe promuovere la crescita di cellule modificate con un meccanismo simile. Byus e altri hanno osservato una diminuzione nell'attività di una delle chinasi in risposta ai campi elettromagnetici a radiofrequenza [25]. Anche altri studi hanno valutato gli effetti di campi a radiofrequenza modulati a bassa frequenza sull'attività delle chinasi; ma nessuno dei contributi successivi ha mostrato un'effettiva relazione sull'attività di questi enzimi, dovuti alle onde elettromagnetiche, e un elevato tasso di proliferazione cellulare.

8. Ioni di calcio

Alla luce del ruolo fondamentale del calcio nel funzionamento dei neuroni e di altre cellule, un notevole sforzo è stato dedicato allo studio degli effetti dei campi a radiofrequenza sul flusso del calcio nei tessuti cerebrali. Nel 1975, Bawin e i suoi collaboratori [26] hanno misurato l'efflusso degli ioni di calcio da frammenti espantati di tessuto cerebrale, marcati con calcio radioattivo. L'esposizione alle radiazioni elettromagnetiche a 147 MHz, con intensità troppo bassa per generare riscaldamento, ha aumentato l'efflusso di calcio da campioni di cervello di pulcino, ma solo per campi elettromagnetici modulati a 16 Hz; la sola frequenza della portante non mostrava provocare alcun effetto.

led to detect an increase in calcium efflux from brain explants *in vitro* [32, 33].

The observation that these effects occur specifically with ELF amplitude-modulated fields is intriguing but difficult to interpret and of little relevance to mobile telephony. Moreover, the implications for cell function are unclear and no obvious health risk can be foreseen. Nevertheless, the Stewart expert group in the UK asked that, as a precautionary measure, amplitude modulation at around 16 Hz be avoided in future developments of mobile telecommunications (e.g., *TETRA - Terrestrial Trunked Radio*¹¹ protocol at 17 Hz).

9. Conclusion

Within the worldwide research effort aimed at assessing the health risk of mobile telephony, *in vitro* investigations have their role. In recent years more emphasis has been given to epidemiology, human and animal studies. There are however several major research programmes in progress where *in vitro* work is essential: the European-scale programmes Reflex, Perform-B, and Cemfec, the FDA/CTIA projects, and the Italian national programme MURST/CNR-ENEA.

New methods will be used in the coming years that will bring valuable information at a fast rate. These are mainly new tools in genomics and proteomics, that are designed to evaluate the extent of gene and protein expression.

In conclusion, *in vitro* studies have shown that there are no direct DNA damage to be expected from mobile telephony signals, and that indirect damages and synergy with other factors are unlikely. This has to be assessed thoroughly in order to complement research done at other scales with animals and humans. If biological effects are elicited from exposure to low-level RFR, *in vitro* investigation will help determine the mechanisms and evaluate the associated health risks if any.

Questa osservazione venne confermata da Blackman per frequenze modulanti comprese tra 3 e 30 Hz, con un massimo collocato ancora a 16 Hz [27, 28, 29]. Effetti simili furono osservati anche nei sinaptosomi [30] e nelle cellule di neuroblastoma [31]. Numerosi studi successivi eseguiti in altri laboratori non hanno però messo in luce alcun innalzamento dell'efflusso di calcio da frammenti di tessuto cerebrale *in vitro* [32, 33].

L'osservazione che questi effetti si verificano in presenza di campi modulati in ampiezza a bassissime frequenze è interessante, ma non è di immediata interpretazione, e riveste comunque scarso rilievo per le applicazioni legate alla telefonia radiomobile. Di più, le implicazioni di queste possibili interazioni sulle funzionalità cellulari non sono chiare, e non può essere perciò ravvisato alcun rischio evidente per la salute. In Gran Bretagna il gruppo di esperti Stewart ha, tuttavia, richiesto che, a titolo precauzionale, la modulazione di ampiezza intorno a 16 Hz sia evitata negli sviluppi futuri delle telecomunicazioni radiomobili (il sistema *TETRA - Terrestrial Trunked Radio*¹¹, ad esempio, può utilizzare segnali modulanti alla frequenza di 17 Hz).

9. Conclusioni

Le sperimentazioni *in vitro* rivestono un'importanza di rilievo nell'impegno della Comunità di ricerca verso la corretta valutazione dei rischi sanitari connessi alla telefonia cellulare.

Negli ultimi anni è stata riservata maggiore attenzione all'epidemiologia e agli studi sull'interazione dei campi elettromagnetici con gli organismi umani e animali. Sono in corso, comunque, diversi programmi di ricerca di vasta portata in cui la sperimentazione *in vitro* si rivela essenziale: i programmi europei Reflex, Perform-B e Cemfec, i progetti FDA/CTIA e il programma nazionale italiano MURST/CNR-ENEA. Negli anni a venire si utilizzeranno metodologie innovative che consentiranno di acquisire più velocemente le informazioni di interesse; questi nuovi strumenti, progettati per analizzare l'espressione genica, saranno messi a disposizione dalla genomica e dalla proteomica.

In definitiva, le sperimentazioni *in vitro* hanno mostrato che non vi è un danno diretto al DNA derivante dai segnali della telefonia radiomobile, e che sono improbabili sia i danni indiretti, sia l'azione sinergica con altri fattori; queste valutazioni debbono essere attentamente considerate per completare le attività di ricerca effettuate su scala differente con organismi umani e animali. Se in futuro l'esposizione a emissioni a radiofrequenza di bassa intensità dovesse mettere in evidenza effetti biologici significativi, gli studi *in vitro* aiuteranno a determinare il meccanismo di queste interazioni e a valutare gli eventuali rischi sanitari.

⁽¹¹⁾ *TETRA (Terrestrial Trunked Radio)* is a unique technology but one that has many characteristics that are similar to cellular radio technologies such as GSM and the U.S. D-AMPS and the iDEN systems.

(Web site at <http://www.tetramou.com/health/health.asp>)

⁽¹¹⁾ Il sistema *TETRA (Terrestrial Trunked Radio)* è stato sviluppato in ambito ETSI per applicazioni civili e militari. Può operare in differenti sottobande comprese tra i 300 e i 1000 MHz; nella tecnologia *TETRA* i canali radio, che hanno larghezza di banda di 25 kHz, sono condivisi in pool tra gli utenti individuali (n.d.r.).

(Web site at <http://www.tetramou.com/health/health.asp>)

Bibliografia

- [1] Guy, A.W.; Chou, C.K.; McDougall, J.A.: *A Quarter Century of In Vitro Research: A New Look at Exposure Methods*. «Bioelectromagnetics», 1999, 20, 21-39.
- [2] Laval, L.; Leveque, Ph.; Jecko, B.: *A New In Vitro Exposure Device for the Mobile Frequency of 900 MHz*. «Bioelectromagnetics», 2000, 21; 255-263.
- [3] Lai, H.; Singh, N.P.: *Acute low-intensity microwave exposure increases DNA damage single strand breaks in rat brain cells*. «Bioelectromagnetics», 1995, 16, 207-210.
- [4] Lai, H.; Singh, N.P.: *Single and double stranded breaks in rat brain cells after acute exposure to radiofrequency electromagnetic radiation*. «International Journal of Radiation Biology», 1996, 4, 513-521.
- [5] Malyapa, R.S.; Ahern, E.W.; Straube, W.L.; Moros, E.G.; Pickard, W.F.; Roti-Roti, J.L.: *Measurement of DNA damage after exposure to 2450 MHz electromagnetic radiation*. «Radiation Research», 1997, 148, 608-617.
- [6] Vijayalaxmi; Leal, B.Z.; Szilagyi, M.; Prihoda, T.J.; Meltz, M.L.: *Primary DNA damage in human blood lymphocytes exposed in vitro to 2450 MHz radiofrequency radiation*. «Radiation Research», 2000, 153(4), 479-486.
- [7] Li, L.; Bisht, K.S.; Lagroye, I.; Zhang, P.; Straube, W.L.; Moros, E.G.; Pickard, W.F.; Roti-Roti, J.L.: *Measurement of DNA damage in mammalian cells exposed in vitro to radiofrequency fields at SARs of 3-5 W/kg*. «Radiation Research», 2001, 156(3), 328-32.
- [8] Meltz, M.L.: *Biological effects versus health effects: an investigation of the genotoxicity of microwave radiation*. *Radiofrequency Radiation Standards. Biological Effects, Dosimetry, Epidemiology, and Public Health Policy*. «Nato ASI Series A», 1995, vol. 274: 235-241.
- [9] Brusick, D. et al.: *Genotoxicity of radiofrequency radiations*. «Environmental and Molecular Mutagenesis», 1998, 32, 1-16.
- [10] Maes, A.; Collier, M.; Vangorp, U.; Vandoninck, S.; Verschaeve, L.: *Cytogenetic Effects of 935.2-MHz (GSM) microwaves alone and in combination with mitomycin C*. «Mutation Research», 1997, 393(1-2), 151-156.
- [11] Maes, A.; Collier, M.; Verschaeve, L.: *Cytogenetic Effects of 900 MHz (GSM) Microwaves on Human Lymphocytes*. «Bioelectromagnetics», 2001, 22, 91-96.
- [12] Hook, G.J.; Donner M.; McRee, D.I.; Guy, A.W.; Tice, R.R.: *Investigation of DNA damage and micronuclei induction in cultured human blood cells*. Accepted in «Bioelectromagnetics», 2001.
- [13] Bisht, K.; Moros, E.G.; Straube, W.L.; Roti-Roti, J.L.: *The effect of radiofrequency radiation with modulation relevant to cellular phone communication (835.62 MHz FDMA and 847.74 MHz CDMA) on the induction of micronuclei in C3H 10T1/2 cells*. Accepted in «Radiation Research», 2001.
- [14] Vijayalaxmi; Leal, B.Z.; Meltz, M.L.; Pickard, W.F.; Bisht, K.S.; Roti-Roti, J.L.; Straube, W.L.; Moros, E.G.: *Cytogenetic Studies in Human Blood Lymphocytes Exposed In Vitro to Radiofrequency Radiation at a Cellular Telephone Frequency (835.62 MHz, FDMA)*. «Radiation Research», 2001, 155(1), 113-121.
- [15] D'Ambrosio, G.; Massa, R.; Scarfi, M.R.; Zeni, O.: *Cytogenetic damage observed in human lymphocytes following GSM phase modulated microwave exposure*. Accepted in «Bioelectromagnetics», 2001.
- [16] Cleary, S.F.; Liu, L.M.; Merchant, R.E.: *Glioma proliferation modulated in vitro by isothermal radiofrequency radiation exposure*. «Radiation Research», 1990, 121, 38-45.
- [17] Shi, R.; Davis, C.C.; Motzkin, S.M.: *Do 27-MHz and 2450-MHz RFR affect in vitro proliferation of human LN-71 glioma cells?* Bioelectromagnetics Society Annual Meeting, 1999, Long Beach, USA.
- [18] Balcer-Kubiczek, E.K.; Harrison, G.H.: *Neoplastic transformation of C3H/10T1/2 cells following exposure to 120-Hz modulated 2.45-GHz microwaves and phorbol ester tumor promoter*. «Radiation Research» 1991, 126(1), 65-72.
- [19] Roti-Roti, J.L.; Malyapa, R.S.; Bisht, K.S.; Ahern, E.W.; Moros, E.G.; Pickard, W.F.; Straube, W.L.: *Neoplastic transformation in C3H 10T 1/2 cells after exposure to 835.62 MHz FDMA and 847.74 MHz CDMA radiations*. «Radiation Research», 2001, 155(1), 239-247.
- [20] Goswami, P.C.; Albee, L.D.; Parsian, A.J.; Baty, J.D.; Moros, E.F.; Pickard, W.F.; Roti-Roti, J.L.; Hunt, C.R.: *Proto-oncogene mRNA levels and activities of multiple transcription factors in C3H 10T 1/2 murine embryonic fibroblasts exposed to 835.62 and 847.74 MHz cellular phone communication frequency radiation*. «Radiation Research», 1999, 151(3), 300-309.
- [21] Leszczynski, D.; Joenväärä, S.: *Exposure to mobile phone radiation induces cellular stress response*. Bioelectromagnetics Annual Meeting, St Paul, USA, 2001.
- [22] Byus, C.V.; Kartun, K.; Pieper, S.; Adey, W.R.: *Increased ornithine decarboxylase activity in cultured cells exposed to low energy modulated microwave fields and phorbol-ester tumor promoters*. «Cancer Research», 1988, 48(15), 4222-4226.

- [23] Litovitz, T.A.; Krause, D.; Penafiel, M.; Elson, E.C.; Mullins, J.M.: *The role of coherence time in the effect of microwaves on ornithine decarboxylase activity*. «Bioelectromagnetics», 1993, 14, 395-403.
- [24] Litovitz, T.A.; Penafiel, L.M.; Farrel, J.M.; Drause, D.; Meister, R.; Mullins, J.M.: *Bioeffects induced by exposure to microwaves are mitigated by superposition of ELF noise*. «Bioelectromagnetics», 1997, 18, 422-430.
- [25] Byus, C.V.; Lundak, R.L.; Fletcher, R.M.; Adey, W.R.: *Alteration in protein kinase activity following exposure of cultured human lymphocytes to modulate microwave fields*. «Bioelectromagnetics», 1984, 5, 341-351.
- [26] Bawin, S.M.; Kaczmarek, L.K.; Adey, W.R.: *Effects of modulated VHF fields on the central nervous system*. «Annals of the New York Academy of Science», 1975, 247, 74-81.
- [27] Blackman, C.F. et al.: *Induction of calcium-ion efflux from brain tissue by RFR: effects of modulation frequency and field strength*. «Radio Science», 1979, 14 (S), 93-98.
- [28] Blackman, C.F. et al.: *Induction of calcium-ion efflux from brain tissue by radiofrequency radiation: effect of sample number and modulation frequency on the power-density window*. «Bioelectromagnetics», 1980, 1(1), 35-43.
- [29] Blackman, C.F. et al.: *Calcium-ion efflux from brain tissue: power-density versus internal field-intensity dependencies at 50-MHz radio-frequency radiation*. «Bioelectromagnetics», 1980, 1(3), pp. 277-283.
- [30] Lin-Liu, S.; Adey, W.R.: *Low frequency amplitude modulated microwave fields change calcium efflux rates from synaptosomes*. «Bioelectromagnetics», 1982, 3(3), 309-322.
- [31] Dutta, S.K., et al.: *Microwave radiation induced calcium ion efflux from human neuroblastoma cells in culture*. «Bioelectromagnetics», 1984, 5(1), 71-78.
- [32] Merritt, J.H.; Shelton, W.W.; Chamness, A.F.: *Attempts to alter $^{45}\text{Ca}^{2+}$ binding to brain tissue with pulse-modulated microwave energy*. «Bioelectromagnetics», 1982, 3(4), 475-478.
- [33] Albert, E.N. et al.: *Effect of amplitude modulated 147 MHz radiofrequency radiation on calcium ion efflux from avian brain tissue*. «Radiation Research», 1987, 109(1), 19-27.

Abbreviazioni

CDMA	Code Division Multiple Access
CTIA	Cellular Telecommunications Industry Association
CW	Continuous Wave
DNA	DeoxideriboNucleic Acid
ELF	Extremely Low Frequencies
FDA	Food and Drug Administration
FDMA	Frequency Division Multiple Access
FMCW	Frequency Modulation Continuous Wave
GSM	Global System for Mobile communications
GMSK	Gaussian Minimum Shift Keying
HSP	Heat Shock Proteins
ODC	Ornithine DeCarboxilase
OMS	Organizzazione Mondiale della Sanità
RFR	RadioFrequency Radiation
SAR	Specific Absorption Rate
TDMA	Time Division Multiple Access
TEM	Transverse ElectroMagnetic
TETRA	TErrestrial Trunked RADIO
TPA	Tetradecanoyl Phorbol Acetate
WHO	World Health Organization



Isabelle Lagroye, PhD in Biology and Pharmacy, is an assistant professor at the Ecole Pratique des Hautes Études, linked to the Sorbonne. She has done research work at the PIOM laboratory for the last two years, following a postdoc in the USA, with Prof. Roti Roti. Her research deals mainly with the effects of mobile telephones, and in particular on in-vitro models and mobile telephone signals. She is also investigating the role of nitric oxide in several models (apoptosis, etc.). She is principal investigator within the REFLEX European project.



Bernard Veyret, PhD in Physics, and senior scientist at the CNRS, has been investigating the bioeffects of electromagnetic fields for the last 15 years. His laboratory is located in Bordeaux at the College of Chemistry and Physics of the University. He has worked on various topics related to ELF and RF health risks. He is a member of ICNIRP, and other French and international expert committees.

Campi elettromagnetici e comunicazioni cellulari

In vitro studies related to mobile telephony

Sperimentazioni in vitro legate alla telefonia cellulare

ISABELLE LAGROYE
BERNARD VEYRET

This paper is a review of the current knowledge on possible bioeffects of RFR (RadioFrequency Radiations) from mobile technology gained from investigations at the cellular level, e.g. in vitro studies.

A short description of and requirements for in vitro exposure systems are given. In vitro studies on RFR mainly dealt with genomic damage, cellular proliferation, gene and protein expression and signal transduction. Most of these experiments are linked to cancer.

Despite the wide range of exposure conditions used, in vitro studies clearly show that low level- RFR as used in mobile telephony have not been identified as genotoxic agents. Although some effects have been found on specific proteins or enzyme, suggesting that cells may be able to "sense" RFR, their physiological relevance still remains unclear.

In conclusion, in vitro studies as a whole do not support the possibility that exposure to low-level RFR from mobile phone technology could represent a health hazard. However, significant amount of work is still to come from european national and international ongoing projects that should allow for a "definitive" conclusion on that matter within the next two years.

In quest'articolo è presentata una rassegna delle attuali conoscenze sui possibili effetti biologici dovuti alle onde elettromagnetiche della telefonia mobile, ricavate da ricerche condotte su cellule, cioè, con studi *in vitro*.

Sono anzitutto descritti brevemente i sistemi ed i requisiti dei sistemi di esposizione *in vitro*. Gli esperimenti *in vitro* sulle onde elettromagnetiche trattano principalmente la possibile azione genotossica, la proliferazione delle cellule, l'espressione genica e proteica e la trasduzione dei segnali. Molti di questi esperimenti sono legati all'esame della possibile insorgenza del cancro. Malgrado il vasto campo di condizioni di esposizione esplorato, gli studi *in vitro* hanno mostrato con chiarezza che, a bassi livelli di campo elettromagnetico - come quelli relativi alla telefonia mobile cellulare - non emerge alcun agente genotossico. Infatti, anche se si riscontrano alcuni effetti su specifiche proteine o enzimi, che mostrano una "sensibilità" delle cellule alle onde elettromagnetiche, non è stata finora messa in evidenza un'effettiva rilevanza fisiologica delle radiazioni.

In conclusione, gli studi *in vitro* nel loro insieme non avvalorano la possibilità che l'esposizione a onde elettromagnetiche di basso livello, generata dalla telefonia cellulare, possa rappresentare un rischio per la salute.

Un numero significativo di risultati è, tuttavia, atteso dai progetti di ricerca avviati sia sul piano nazionale sia su quello internazionale e questi studi dovrebbero permettere di pervenire a una conclusione "definitiva" su questa materia entro i prossimi due anni.

1. Introduction

In the context of the concerns and fears over mobile telephony and health, various research programmes have been launched world-wide. Several of these research projects deal with *in vitro* models. In this type of experiments, biological samples, mainly cultured cells, are exposed to RFR (RadioFrequency Radiation) in test tubes (*i.e. in vitro*).

The major advantages of *in vitro* investigation are (i) the less-complex nature of the models compared to that of whole organisms, (ii) the large number of cells (samples) that are exposed at the same time and the associated large statistical basis, (iii) the numerous well-characterised positive and negative controls, (iv) the low cost, (v) the ease of exposure, and (vi) the short duration of experiments. Moreover, *in vitro* studies are often best sui-

1. Introduzione

Per rispondere alle preoccupazioni e ai timori sollevati nei riguardi dell'impatto sanitario della telefonia cellulare, la comunità scientifica ha sviluppato in ogni parte del mondo numerosi programmi di ricerca. Molti di questi progetti utilizzano i modelli *in vitro*; in questo tipo di sperimentazioni, campioni di materiale biologico in provetta (per lo più cellule coltivate) sono esposti alle onde elettromagnetiche.

I principali vantaggi offerti dagli studi *in vitro* sono dovuti a: 1) minore complessità biologica del modello rispetto all'intero organismo; 2) gran numero di cellule (campioni) esposte all'agente nello stesso intervallo temporale e la vastità statistica della popolazione considerata; 3) numerosi controlli positivi e negativi che è possibile caratterizzare con accuratezza; 4) costo ridotto degli esperimenti; 5) facilità dell'esposizione; 6) breve durata

ted for the elucidation of mechanisms.

There are obviously some limitations to the *in vitro* approach, in that it does not take into account the regulation mechanisms that exist *in vivo*. Moreover, *in vitro* models often involve cells which contain genetic differences from their normal tissue counterparts as a result of immortalisation and/or transformation. It is thus not easy to extrapolate the results obtained *in vitro* to the situation of animals and even less to human health.

However, *in-vitro* investigations are most needed in health risk assessment, in view of the advantages given above and of the fact that they allow for a better planning of *in vivo* studies.

Many projects have been performed or are under progress on such preparations, particularly on cultured animal or human cells. The table 1 gives the number of cancer and non-cancer *in vitro* studies related to mobile telephony (source: WHO - World Health Organisation¹ database).

	Completed Completati	On going In corso	Total Totale
Cancer relevant or related Studi focalizzati sugli effetti cancerogeni	38	23	61
Non cancer studies Sperimentazioni non legate a effetti cancerogeni	36	19	55

Table 1 State of the art of studies dealing with the bioeffects of low-level microwaves.
Stato dell'arte degli studi relativi agli effetti biologici di campi elettromagnetici di basso livello.

Most of the experiments have been performed at SAR (*Specific Absorption Rate*)² levels at or above the exposure limit for local exposure, relevant to mobile telephone use³, i.e. 2 W/kg.

The main approaches and results obtained *in vitro* are described below.

2. Exposure systems

Exposure conditions for *in vitro* systems are more easily controlled than those used in animal investigations because of the homogeneity of the samples and their small size. However, there are other stringent parameters to control and in particular the temperature of the culture medium, since temperature diffe-

delle prove. In aggiunta, le sperimentazioni *in vitro* costituiscono spesso il riferimento più affidabile per spiegare il meccanismo biologico nel suo complesso.

L'approccio *in vitro* implica, naturalmente, alcune limitazioni: in primo luogo, esso non considera i meccanismi di regolazione che operano *in vivo*. Inoltre, i modelli *in vitro* interessano sovente cellule che, a causa dei processi di conservazione e di trasformazione, presentano alcune differenze genetiche rispetto a quelle presenti nei normali tessuti biologici. Non è immediata, pertanto, l'estrapolazione dei risultati ottenuti *in vitro* al caso di organismi animali ed a maggior ragione alla salute dell'uomo. Ad ogni modo, le sperimentazioni *in vitro* si rivelano assolutamente necessarie per valutare i rischi sanitari, alla luce sia dei vantaggi già menzionati, sia perché esse permettono una migliore progettazione della attività sperimentali su animali (*in vivo*).

Numerose attività di ricerca che utilizzano queste metodologie - in particolare su colture di cellule animali o umane - sono state completate o sono ora in corso. La tabella 1 riporta il numero delle sperimentazioni *in vitro* legate alla telefonia radiomobile; una parte di questi studi è dedicata ai possibili effetti cancerogeni della telefonia mobile (fonte: banca dati dell'OMS - Organizzazione Mondiale della Sanità¹).

La maggior parte degli esperimenti è in genere eseguita a livelli di SAR (*Specific Absorption Rate*)² superiori ai limiti di esposizione per esposizioni localizzate, rilevanti per la telefonia mobile³, per esempio 2 W/kg.

Nel seguito si descrivono le principali metodologie di approccio alla sperimentazione *in vitro* e si riportano i risultati di maggior rilievo emersi nelle prove.

2. Sistemi di esposizione

Le condizioni di esposizione per i sistemi *in vitro* risultano essere più facilmente controllabili di quelle impiegate nella sperimentazione su animali, a causa della omogeneità dei campioni e delle loro ridotte dimensioni. È, tuttavia, necessario uno stretto controllo di determinati parametri ambientali; particolarmente critico risulta essere il mantenimento della temperatura del substrato di coltura, poiché differenze di temperatura superiori a 0,5°C possono modificare profondamente la fisiologia delle cellule e, di conseguenza, possono indurre artefatti, cioè risultati non legati alla causa generante.

L'esposizione delle cellule, a seconda che esse aderiscano al substrato di coltura o che siano in sospensione, avviene in capsule di Petri, in piastre da laboratorio o in beute. È necessario che la distribuzione della potenza assorbita (SAR) sia uniforme e che la valutazione di essa sia il più possibile accurata; le misure possono essere effettuate utilizzando sensori di temperatura e sonde per il campo elettrico.

Una delle tecniche di esposizione più comuni per gli studi *in vitro* è costituita dalle celle TEM (*Trasverso*

(1) World Health Organisation EMF project Web site at <http://www.who.int/peh-emf>

(2) SAR (*Specific Absorption Rate*) in W/kg¹. (http://www.nrpb.org.uk/understanding_radiation/glossary/glossary.htm)

(3) European Recommendation 1999.

(1) Sito WEB ufficiale del progetto EMF dell'OMS disponibile all'indirizzo <http://www.who.int/peh-emf>

(2) Tasso di assorbimento specifico in W/kg¹. (http://www.nrpb.org.uk/understanding_radiation/glossary/glossary.htm)

(3) Raccomandazione europea 1999.

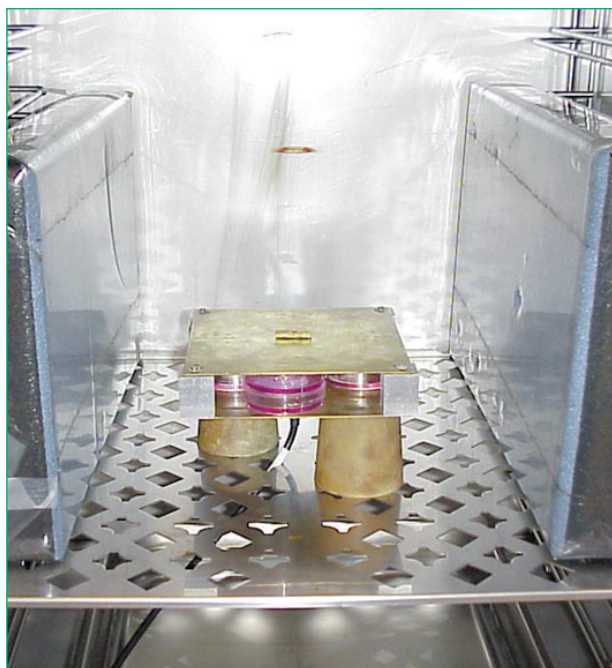


Photo 1 An example of set-up for *in vitro* exposure: the wire-patch antenna.
Un esempio di prova per un'esposizione *in vitro*: l'antenna wire-patch.

rences of more than 0.5°C can deeply affect the physiology of the cells and hence elicit artefactual effects of the microwaves.

Exposure of cells, which are adherent or in suspension, is done in Petri dishes, multi-well plates or flasks. The distribution of the absorbed power (SAR) must be uniform and accurately evaluated. It can be measured using electric field probes or temperature sensors.

One of the more common exposure systems for *in vitro* studies has been the *TEM* (*Transverse ElectroMagnetic*) cell, where test tubes or culture flasks are placed either perpendicular or paralleled to the electric field [1]. Other systems have been developed which have a better efficiency (SAR per incident Watt): circular waveguide, radial transmission line, shorted waveguide, wire-patch cell [2], etc.

All these systems can be set inside conventional CO₂ incubators or else must recreate the environment needed for cell culture.

3. Genotoxicity and DNA breaks

Many chemical compounds, linked to cancer, are called "genotoxic" as their effect is a direct damage of the DNA molecule. A number of accepted genotoxic tests for carcinogens have been developed (Ames test for mutations, comet assay for DNA (*DeoxiriboNucleic Acid*) fragmentation, chromosome aberration assays, etc.). In contrast, "nongenotoxic" carcinogens can

ElettroMagnetico), in cui le provette o le beute di coltura sono posizionate in direzione perpendicolare o parallela al campo elettrico [1]; sono state sviluppate anche altre metodologie, caratterizzate da una migliore efficienza di assorbimento (SAR per Watt incidente), quali, ad esempio, guide d'onda circolari, linee di trasmissione radiali, guide d'onda troncate, celle con *patch* radianti [2]. Tutti questi sistemi possono essere collocati all'interno di comuni incubatori a CO₂, o devono comunque ricreare un ambiente appropriato per la coltura cellulare.

3. Genotossicità e interruzioni del DNA

Molti composti chimici cancerogeni sono indicati come "genotossici" poiché il loro effetto genera un danno diretto alla molecola del DNA (*Acido DesossiriboNucleico*). Sono state messe a punto numerose prove di genotossicità, riconosciute dalla comunità scientifica, per i composti cancerogeni, quali il *test di Ames* per le mutazioni, le *analisi di aberrazione cromosomica*, il *test della cometa* per la frammentazione dei cromosomi. Le sostanze cancerogene "non-genotossiche" possono, al contrario, causare cambiamenti genetici indiretti attraverso l'incremento della proliferazione cellulare, l'alterazione del tasso di riparazione del DNA, la generazione di specifiche molecole reagenti, l'inibizione della comunicazione tramite giunzioni tra cellule, le modificazioni del trasporto e della trasduzione dei segnali operati dalle membrane cellulari.

Complessivamente, tenendo conto dei modesti livelli di emissione degli apparati radiomobili, l'esposizione ai campi elettromagnetici, collegata alla telefonia cellulare, non è ritenuta genotossica; nonostante ciò, alcuni risultati, quali gli esiti delle ricerche di Lai e Singh a Seattle [3, 4], hanno sollevato alcune perplessità legate al possibile aumento della frammentazione del DNA. Alcuni ratti sono stati esposti a radiazioni impulsive a microonde (come i segnali RADAR) e il test della cometa è stato usato *in vitro* per valutare l'entità di tale frammentazione. Attività svolte successivamente in altri laboratori utilizzando le stesse metodologie su cellule e su ratti esposti ai segnali della telefonia cellulare, non hanno però confermato questi risultati [5, 6, 7].

Negli ultimi anni sono state pubblicate due rassegne scientifiche dedicate all'esame della possibile azione genotossica delle microonde [8, 9]; in entrambi gli articoli si sottolinea la potenziale sinergia tra i mutageni chimici e le microonde. Di recente, tuttavia, Maes (che aveva precedentemente individuato alcuni effetti sinergici tra mutageni e microonde) ha valutato con nuovi esperimenti, con due test di analisi, il danno al DNA⁴ in cellule esposte a SAR fino a 10 W/kg, non mostrando alcuna indicazione di effetti mutageni o comutageni ovvero sinergici dovuti all'esposizione ai campi elettromagnetici [10, 11].

Tre recenti contributi hanno trattato gli effetti dell'esposizione alle microonde sull'induzione dei *micronuclei*, frammenti di cromosomi che non migrano correttamente nel corso della mitosi; questa tecnica rappresenta una prova di genotossicità ormai consolidata. Hook e i suoi collaboratori [12] hanno esposto linfociti umani a RFR generate da vari segnali di telefonia cellulare, con frequenza di 837 e

⁽⁴⁾ Chromosome aberration and sister chromatid exchange.

⁽⁴⁾ Aberrazione cromosomica e scambio dei cromatidi fratelli.

cause indirect genetic changes through increased cell proliferation, alteration of the rate of DNA repair, modification of cell membrane transport and signal transduction, generation of reactive species, inhibition of gap junction communication, etc...

Overall, microwave exposure related to mobile telephony is not considered to be genotoxic at the low level of mobile telephony devices. However, some results such as that of Lai and Singh in Seattle [3, 4] have raised some concerns about possible increases in DNA fragmentation in brain cells. Lai exposed rats to "radar-like" pulsed microwaves and the comet assay was performed to assess the extent of DNA fragmentation. Further work performed in other laboratories using the same assay on cells and rats exposed to mobile-telephony signals has led to failure in replications [5, 6, 7].

Two recent reviews have been published on the possible genotoxic action of microwaves [8, 9]. In both papers the potential synergy of chemical mutagens and microwaves was emphasised. However, very recently, Maes [10, 11] who had previously found some synergistic effects of mutagens and microwaves, reinvestigated DNA damages⁴ in cells exposed at SAR up to 10 W/kg, and there was no indication of a mutagenic, and/or co-mutagenic - synergistic effect of exposure.

Three recent results have dealt with effect of microwave exposure on the induction of "micronuclei", which are pieces of chromosomes that do not migrate properly during mitosis. This constitutes a well-accepted genotoxicity test. Human lymphocytes were exposed by Hook and coworkers [12] at 837 and 1900 MHz at SAR up to 10 W/kg for various mobile telephony signals. Micronuclei were increased only at 10 W/kg after a 24-hour exposure (well above the guidelines). In spite of temperature control, heating of the samples may have caused the effect. Confirmation studies of these results on micronuclei are under way in the USA and Italy as part of the *FDA/CTIA (Food and Drug Administration / Cellular Telecommunications Industry Association)* research programme.

Other groups [13, 14] found no effect of the *FDMA (Frequency Division Multiple Access)* and *CDMA (Code Division Multiple Access)* signals at 5 W/kg even after 24-hour exposures. Most recently, further work was done in Italy to determine whether the *GMSK (Gaussian Minimum Shift Keying)* modulation used in the *GSM (Global System for Mobile communications)* protocol led to increase in micronuclei [15]. The effects of *CW (Continuous Wave)* and phase-modulated *TDMA (Time Division Multiple Access)* signals were compared on human lymphocytes: only did the modulated signal at a SAR of 2.5 W/kg give rise to a slight but statistically significant increase in micronucleus frequency. Further work is needed to confirm the results and investigate the possible causes or bias (hot spots, etc.).

4. Proliferation and transformation

In vitro studies of the proliferation and tumoral

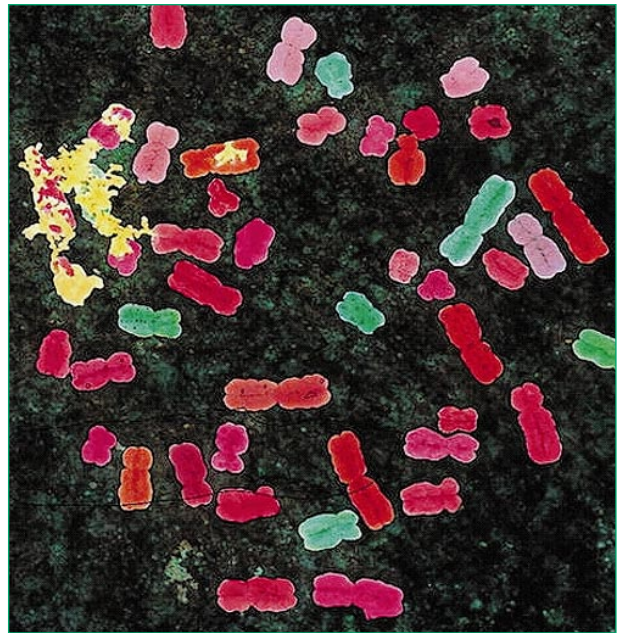


Photo 2

Image of metaphase chromosomes. Chromosome aberrations are detected on such preparations.

Immagine della metafase cromosomica. Le aberrazioni cromosomiche sono individuate con queste preparazioni.

1900 MHz e SAR fino a 10 W/kg. È stato verificato un aumento dei micronuclei dopo un'esposizione continuativa della durata di 24 ore solo per SAR pari a 10 W/kg (valore decisamente superiore ai livelli di esposizione prevista dalle norme); nonostante fosse stato realizzato un controllo della temperatura, è comunque possibile che l'aumento dei micronuclei fosse dovuto al riscaldamento dei campioni osservati. Si sta cercando una conferma di questi risultati nell'ambito di un programma di ricerca coordinato da *FDA (Food and Drug Administration)* e promosso dalla *CTIA (Cellular Telecommunications Industry Association)* e svolto da un laboratorio americano e da uno italiano.

Altri gruppi di ricercatori [13, 14] non hanno rilevato alcun effetto da parte dei segnali *FDMA (Frequency Division Multiple Access)* e *CDMA (Code Division Multiple Access)* in corrispondenza di SAR pari a 5 W/kg, neppure a seguito di un'esposizione di 24 ore. Più di recente, è stato effettuato uno studio in Italia per determinare l'eventuale aumento di micronuclei [15] dovuto alla modulazione *GMSK (Gaussian Minimum Shift Keying)* utilizzata nel sistema *GSM (Global System for Mobile communications)*; in tale ricerca sono stati messi a confronto gli effetti sui linfociti umani di segnali con frequenza continua con segnali modulati in fase con accesso multiplo a divisione di tempo *TDMA (Time Division Multiple Access)*: soltanto per il segnale modulato con un SAR di 2,5 W/kg si è verificato un lieve, ma dal punto di vista statistico, significativo aumento nella frequenza dei micronuclei. Ulteriori indagini sono necessarie per confermare questi risultati e investigare sulle possibili cause (hot-spot, ...).

4. Proliferazione e trasformazione

Gli studi *in vitro* sulla proliferazione e sulla trasforma-

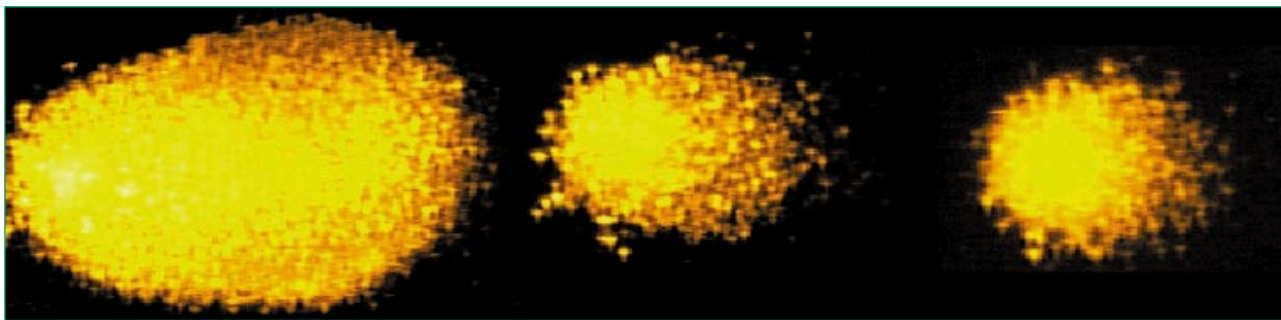


Photo 3

Alkaline comet assay or Single Cell Gel Electrophoresis is a very sensitive assay that allows for the detection of damaged DNA. Representative image of an intact cell (on the left) and of a damaged cell (on the right). In damaged cell, note the migration of the fragmented DNA (cell treated with a toxic chemical).

L'analisi di una cometa alcalina o elettroforesi gel di una singola cellula è una prova molto sensibile che permette di rilevare i danni del DNA. L'immagine mostra una cellula intatta (a sinistra) e una danneggiata (a destra). Nella cellula danneggiata si può osservare la migrazione di frammenti del DNA (cellule trattate con un elemento chimico tossico).

transformation⁵ of cells can help assess the influence of RFR on cancer promotion and progression. If indeed electromagnetic fields are capable of influencing tumour promotion⁶, there is a strong possibility that this will correspond to an increase of the rate of cell division. Following several investigations on proliferation, no general conclusion can be drawn as the few positive results obtained on proliferation at low level go in either directions and very few studies on DNA synthesis have been performed.

The group of Cleary [16] exposed glioma cells to CW 27 MHz or 2450 MHz and observed an increase in proliferation at the high SAR level of 25 W/kg at both frequencies. However, a recent replication study was negative and showed that the initial findings of Cleary were probably due to a faulty temperature control [17].

Following a study of the Balcer-Kubiczek group which showed that modulated RFR had a synergistic effect in transforming C3H10T1/2 cells at 2.5 W/kg [18], a recent replication study done with mobile telephony signals has been negative [19].

5. Gene expression

It has been reported that transient elevations in the expression of several oncogenes⁷ occur in response to exposure of cells to low-intensity *ELF* (*Extremely Low Frequency*)⁸ magnetic fields. This type of work has been conducted primarily with transformed cell lines, such as HL-60 leukemic cells. Further experiments to replicate these observations at ELF did not show the same results, nor did other investigations at RFR, except for the *c-fos* [20] oncogene after a 72-hour exposure to *FMCW* (*Frequency Modulation Continuous Wave*) and CDMA signals.

zione delle cellule⁵ possono contribuire a valutare l'influenza delle onde elettromagnetiche sull'insorgenza o sull'avanzamento dei processi cancerosi; se in effetti i campi elettromagnetici sono in grado di influenzare il processo di promozione⁶ delle cellule tumorali, si ha un'alta probabilità che questa condizione corrisponda a un incremento del tasso di divisione cellulare. Dalle numerose ricerche sulla proliferazione non può ancora essere tratta alcuna conclusione generale; i pochi risultati positivi ottenuti sulla proliferazione a basso livello hanno, infatti, mostrato esiti discordanti, e sono pochi gli studi compiuti sulla sintesi del DNA.

Il gruppo di Cleary [16] ha esposto cellule di glioma a RFR con frequenze di 27 MHz e 2450 MHz a onda continua, *CW* (*Continuous Wave*), osservando un incremento nella proliferazione, in corrispondenza di un elevato livello di SAR pari a 25 W/kg, per entrambe le frequenze. Una replica recente dello studio ha, tuttavia, dato esito negativo, dimostrando che i risultati di Cleary erano probabilmente influenzati da un controllo imperfetto della temperatura [17].

Un esperimento del gruppo Balcer-Kubiczek, in cui si indicava che le onde elettromagnetiche modulate generano un effetto sinergico nella trasformazione delle cellule C3H10T1/2 per SAR di 2,5 W/kg [18], è stato recentemente replicato con esito negativo utilizzando segnali di telefonia mobile [19].

5. Espressione genica

Sono stati rilevati innalzamenti transitori nell'espressione di diversi oncogeni⁷ come conseguenza dell'esposizione di cellule a campi magnetici causati dalle *ELF* (*Extremely Low Frequencies*)⁸ di bassa intensità; questo tipo di analisi è stato condotto principalmente utilizzando linee cellulari modificate, quali le cellule leucemiche HL-60. Studi successivi, compiuti per replicare queste osservazioni speri-

⁽⁵⁾ Transformation of normal cells into an altered growth state.

⁽⁶⁾ Second fase in a transformation process of a normal into cancer cell.

⁽⁷⁾ Genes involved in DNA repair, cell proliferation and cancer processes.

⁽⁸⁾ *ELF* (*Extremely Low Frequency*), mainly 50/60 Hz.

⁽⁵⁾ Trasformazione delle cellule normali verso uno stato di crescita alterato.

⁽⁶⁾ La seconda fase nel processo di trasformazione di una cellula normale in una cellula cancerosa (n.d.r.).

⁽⁷⁾ Geni coinvolti nella riparazione del DNA, nella proliferazione cellulare e nei processi tumorali.

⁽⁸⁾ *ELF* (*Extremely Low Frequencies*), radiazioni con frequenza inferiore a 50/60 Hz.

More recently, the Leszczynski group in Finland reported [21] that in cells exposed to a GSM signal at 2 W/kg, there was an increase in protein phosphorylation and the expression of *HSP 27* (*Heat Shock Proteins 27*) which showed, according to the authors⁹, that the cells recognised exposure as a stress factor. The effect was reversible. Further work along this line of research is warranted in view of the role that HSPs play in response to various stress stimuli.

6. Enzyme activity

The *ODC* (*Ornithine DeCarboxylase*) enzyme controls the rate-limiting step in the biosynthesis of polyamines, which are key molecules involved in cell proliferation. *ODC*'s activity is elevated in cells that are stimulated by exposure to tumour-promoting agents such as *TPA* (*Tetradecanoyl Phorbol Acetate*)¹⁰. Byus [22] had reported that *ODC* activity was significantly elevated in human melanoma cells and rat hepatoma cells exposed to 450 MHz field that was sinusoidally amplitude-modulated at 12-20 Hz, but not at lower or higher modulation frequencies. In the studies of the Litovitz [23] group on several cell lines, the *ODC* response to ELF-modulated RFR was found to be weaker than after *TPA* treatment. In addition, the same group reported later that superposition of white ELF white-noise magnetic fields suppressed the effect of the modulated microwaves [24]. However, there was no evidence for increased cell proliferation or increased DNA synthesis.

Replication studies on *ODC* activity are under way in Finland and France as part of the European programme *Perform B*.

7. Signal transduction

Protein kinases are key enzymes involved in the transduction of signals conveyed from cell membrane receptors to hormones, growth factors, and cytokines to the intracellular sites of action. Because these enzymes, especially *PKC* (*Protein Kinase C*), are known to be key components in the "cellular signaling" pathways activated by tumour promoters, an effect of RFR on kinase activity could promote the growth of transformed cells in a similar manner. Byus et al. [25] had reported a decrease in the activity of one of the protein kinases in response to RF fields. Several other studies have

mentali relative alle ELF, non hanno tuttavia portato agli stessi risultati. Hanno dato esiti negativi anche gli analoghi esperimenti eseguiti alle frequenze radio, con l'eccezione dell'oncogene *c-fos* [20] esposto per 72 ore a segnali in frequenza continua modulati *FMCW* (*Frequency Modulation Continuous Wave*) e *CDMA*.

Più di recente, in Finlandia il gruppo di Leszczynski ha riferito [21] che, in cellule esposte al segnale GSM con SAR di 2 W/kg, si è verificato un incremento nella fosforilazione e nell'espressione dell'*HSP 27* (*Heat Shock Proteins 27*); questo dimostrerebbe, secondo gli autori⁹, come le cellule abbiano riconosciuto nell'esposizione un fattore di stress; l'effetto osservato è risultato reversibile. Alla luce del ruolo primario giocato dagli *HSP*, in risposta a vari stimoli fisiologici di stress, saranno avviati ulteriori studi sulla linea di ricerca aperta da Leszczynski.

6. Attività enzimatica

L'enzima ornitina decarbossilasi, l'*ODC* (*Ornithine DeCarboxylase*), controlla il tasso di limitazione nella biosintesi delle poliamine, molecole chiave coinvolte nella proliferazione delle cellule. L'attività degli *ODC* è particolarmente elevata nelle cellule stimolate dall'esposizione a promotori tumorali quali il *TPA* (*Tetradecanoyl Phorbol Acetate*)¹⁰. Byus [22] ha riportato i risultati di un innalzamento significativo nell'attività degli *ODC* in cellule di melanoma umano e di tumore epatico del ratto esposte a campi elettromagnetici a 450 MHz e modulazione sinusoidale d'ampiezza a 12-20 Hz; questo effetto non si è verificato ad altre frequenze di modulazione. Negli studi del gruppo di Litovitz [23] su numerose linee cellulari, la variazione dell'*ODC* ai campi elettromagnetici a radiofrequenza modulati con onde ELF è stata, tuttavia, meno intensa rispetto al caso delle cellule trattate con *TPA*. Lo stesso gruppo ha in seguito anche mostrato che la sovrapposizione di rumore gaussiano bianco ai campi magnetici ELF sopprime gli effetti sulle colture di cellule dei segnali a microonde modulati [24]. Non è stato comunque messo in evidenza alcun aumento né della proliferazione cellulare, né della sintesi del DNA.

In Francia e in Finlandia sono ora in corso, nell'ambito del programma europeo *Perform B*, ulteriori studi sull'*ODC* finalizzati alla ripetizione degli esperimenti precedenti.

7. Trasduzione dei segnali

Le chinasi sono enzimi chiave coinvolti nella trasduzione dei segnali convogliati dai recettori delle membrane cellulari (ormoni, fattori di crescita, citochine) verso i siti di azione intracellulari. Dal momento che questi enzimi - specialmente la fosfochinasi C - sono conosciuti come componenti essenziali lungo i percorsi della "segnalazione cellulare" attivati

⁽⁹⁾ *HSP* (*Heat-Shock Proteins*). *Heat-shock proteins are involved after exposure to stress stimuli (heat, UV, oxidative stress, ionising radiation, etc.)*.

⁽¹⁰⁾ *TPA* (*Tissue Polypeptide Antigen*). *It has been proven that cytokeratins (CKs) are useful tumor markers for the follow-up, treatment monitoring and prognosis evaluation of lung cancer and among these, tissue polypeptide antigen (TPA) plays an important role.*

(Web site at <http://wwwinfo.ncc.go.jp/jjco/>)

⁽⁹⁾ *Le proteine HSP (Heat-Shock Proteins) sono interessate dall'esposizione ad agenti quali, ad esempio, il calore, le radiazioni ultraviolette, gli stress ossidativi, le radiazioni ionizzanti.*

⁽¹⁰⁾ *TPA (Tissue Polypeptide Antigen). Antigene polipeptidico tessutale: è il riconoscimento immunologico di elevati livelli di una miscela di citocheratine liberate in circolo in corso di neoplasie.*

PIOM laboratory

The acronym for the laboratory stands for *Physics of Wave-Matter Interactions*. It was founded 15 years ago and belongs to the CNRS (equivalent to the Italian CNR). The *bioelectromagnetics* group within the PIOM is 15 people large, including physicists, biologists and one medical doctor. Its research activity is centered mainly on health effects related to *ELF (Extremely Low Frequencies)* and mobile telephony.

Various *in vivo* and *in vitro* models have been developed along with exposure systems (loop antenna, wire-patch cell, etc.). Other activities of the laboratory include therapeutic applications of fields, teaching bioelectromagnetics, dealing with the media! The international links with research groups are numerous and the laboratory is part of several European programmes.

Il Laboratorio PIOM

Il laboratorio, il cui acronimo sta per *Physique des Interactions Ondes-Matières*, è stato fondato 15 anni fa sotto il CNRS (equivalente al CNR italiano). Il gruppo di bio-elettromagnetismo che opera nel PIOM ha quindici unità che comprendono fisici, biologi e un medico. L'attività di ricerca è indirizzata principalmente verso gli effetti sulla salute legati all'*ELF (Extremely Low Frequencies)* e alla telefonia mobile.

Sono stati messi a punto numerosi modelli *in vivo* e *in vitro* assieme a sistemi di esposizione (antenne in loop, celle di wire-patch, ...). Altre attività di laboratorio comprendono applicazioni dei campi elettromagnetici con obiettivo terapeutico, insegnamento di bio-elettromagnetismo, relazioni con la stampa! Sono numerosi i rapporti con gruppi di ricerca internazionali; il laboratorio partecipa anche ad alcuni programmi di ricerca europei.

addressed the effects of ELF-modulated RF fields on protein-kinase activity but none of the later studies have shown a clear relationship between the observation of RFR effects on kinase activity and an elevated rate of cellular proliferation.

8. Calcium ion

In view of the vital role of calcium in the function of neurons and other cells, considerable work has been done on the effects of RF fields on calcium movement in brain tissue. In 1975, Bawin and coworkers [26], had measured the efflux of the calcium ion out of explants of brain tissue, prelabelled with radioactive calcium. Exposure at 147 MHz, at intensities too low to cause heating, increased the efflux of calcium from chick brain, but only if the field was modulated at 16 Hz. The RF carrier frequency alone had no obvious effect.

This observation was confirmed by Blackman in the modulation frequency range 3-30 Hz with a maximum again at 16 Hz [27, 28, 29]. Similar effects were observed in synaptosomes [30] and neuroblastoma cells [31]. However, a number of subsequent studies in other laboratories have fai-

dai promotori tumorali, un effetto delle onde elettromagnetiche sull'attività delle chinasi potrebbe promuovere la crescita di cellule modificate con un meccanismo simile. Byus e altri hanno osservato una diminuzione nell'attività di una delle chinasi in risposta ai campi elettromagnetici a radiofrequenza [25]. Anche altri studi hanno valutato gli effetti di campi a radiofrequenza modulati a bassa frequenza sull'attività delle chinasi; ma nessuno dei contributi successivi ha mostrato un'effettiva relazione sull'attività di questi enzimi, dovuti alle onde elettromagnetiche, e un elevato tasso di proliferazione cellulare.

8. Ioni di calcio

Alla luce del ruolo fondamentale del calcio nel funzionamento dei neuroni e di altre cellule, un notevole sforzo è stato dedicato allo studio degli effetti dei campi a radiofrequenza sul flusso del calcio nei tessuti cerebrali. Nel 1975, Bawin e i suoi collaboratori [26] hanno misurato l'efflusso degli ioni di calcio da frammenti espianati di tessuto cerebrale, marcati con calcio radioattivo. L'esposizione alle radiazioni elettromagnetiche a 147 MHz, con intensità troppo bassa per generare riscaldamento, ha aumentato l'efflusso di calcio da campioni di cervello di pulcino, ma solo per campi elettromagnetici modulati a 16 Hz; la sola frequenza della portante non mostrava provocare alcun effetto.

led to detect an increase in calcium efflux from brain explants *in vitro* [32, 33].

The observation that these effects occur specifically with ELF amplitude-modulated fields is intriguing but difficult to interpret and of little relevance to mobile telephony. Moreover, the implications for cell function are unclear and no obvious health risk can be foreseen. Nevertheless, the Stewart expert group in the UK asked that, as a precautionary measure, amplitude modulation at around 16 Hz be avoided in future developments of mobile telecommunications (e.g., *TETRA - Terrestrial Trunked Radio*¹¹ protocol at 17 Hz).

9. Conclusion

Within the worldwide research effort aimed at assessing the health risk of mobile telephony, *in vitro* investigations have their role. In recent years more emphasis has been given to epidemiology, human and animal studies. There are however several major research programmes in progress where *in vitro* work is essential: the European-scale programmes Reflex, Perform-B, and Cemfec, the FDA/CTIA projects, and the Italian national programme MURST/CNR-ENEA.

New methods will be used in the coming years that will bring valuable information at a fast rate. These are mainly new tools in genomics and proteomics, that are designed to evaluate the extent of gene and protein expression.

In conclusion, *in vitro* studies have shown that there are no direct DNA damage to be expected from mobile telephony signals, and that indirect damages and synergy with other factors are unlikely. This has to be assessed thoroughly in order to complement research done at other scales with animals and humans. If biological effects are elicited from exposure to low-level RFR, *in vitro* investigation will help determine the mechanisms and evaluate the associated health risks if any.

Questa osservazione venne confermata da Blackman per frequenze modulanti comprese tra 3 e 30 Hz, con un massimo collocato ancora a 16 Hz [27, 28, 29]. Effetti simili furono osservati anche nei sinaptosomi [30] e nelle cellule di neuroblastoma [31]. Numerosi studi successivi eseguiti in altri laboratori non hanno però messo in luce alcun innalzamento dell'efflusso di calcio da frammenti di tessuto cerebrale *in vitro* [32, 33].

L'osservazione che questi effetti si verificano in presenza di campi modulati in ampiezza a bassissime frequenze è interessante, ma non è di immediata interpretazione, e riveste comunque scarso rilievo per le applicazioni legate alla telefonia radiomobile. Di più, le implicazioni di queste possibili interazioni sulle funzionalità cellulari non sono chiare, e non può essere perciò ravvisato alcun rischio evidente per la salute. In Gran Bretagna il gruppo di esperti Stewart ha, tuttavia, richiesto che, a titolo precauzionale, la modulazione di ampiezza intorno a 16 Hz sia evitata negli sviluppi futuri delle telecomunicazioni radiomobili (il sistema *TETRA - Terrestrial Trunked Radio*¹¹, ad esempio, può utilizzare segnali modulanti alla frequenza di 17 Hz).

9. Conclusioni

Le sperimentazioni *in vitro* rivestono un'importanza di rilievo nell'impegno della Comunità di ricerca verso la corretta valutazione dei rischi sanitari connessi alla telefonia cellulare.

Negli ultimi anni è stata riservata maggiore attenzione all'epidemiologia e agli studi sull'interazione dei campi elettromagnetici con gli organismi umani e animali. Sono in corso, comunque, diversi programmi di ricerca di vasta portata in cui la sperimentazione *in vitro* si rivela essenziale: i programmi europei Reflex, Perform-B e Cemfec, i progetti FDA/CTIA e il programma nazionale italiano MURST/CNR-ENEA. Negli anni a venire si utilizzeranno metodologie innovative che consentiranno di acquisire più velocemente le informazioni di interesse; questi nuovi strumenti, progettati per analizzare l'espressione genica, saranno messi a disposizione dalla genomica e dalla proteomica.

In definitiva, le sperimentazioni *in vitro* hanno mostrato che non vi è un danno diretto al DNA derivante dai segnali della telefonia radiomobile, e che sono improbabili sia i danni indiretti, sia l'azione sinergica con altri fattori; queste valutazioni debbono essere attentamente considerate per completare le attività di ricerca effettuate su scala differente con organismi umani e animali. Se in futuro l'esposizione a emissioni a radiofrequenza di bassa intensità dovesse mettere in evidenza effetti biologici significativi, gli studi *in vitro* aiuteranno a determinare il meccanismo di queste interazioni e a valutare gli eventuali rischi sanitari.

⁽¹¹⁾ *TETRA (Terrestrial Trunked Radio)* is a unique technology but one that has many characteristics that are similar to cellular radio technologies such as GSM and the U.S. D-AMPS and the iDEN systems.

(Web site at <http://www.tetramou.com/health/health.asp>)

⁽¹¹⁾ Il sistema *TETRA (Terrestrial Trunked Radio)* è stato sviluppato in ambito ETSI per applicazioni civili e militari. Può operare in differenti sottobande comprese tra i 300 e i 1000 MHz; nella tecnologia *TETRA* i canali radio, che hanno larghezza di banda di 25 kHz, sono condivisi in pool tra gli utenti individuali (n.d.r.).

(Web site at <http://www.tetramou.com/health/health.asp>)

Bibliografia

- [1] Guy, A.W.; Chou, C.K.; McDougall, J.A.: *A Quarter Century of In Vitro Research: A New Look at Exposure Methods*. «Bioelectromagnetics», 1999, 20, 21-39.
- [2] Laval, L.; Leveque, Ph.; Jecko, B.: *A New In Vitro Exposure Device for the Mobile Frequency of 900 MHz*. «Bioelectromagnetics», 2000, 21; 255-263.
- [3] Lai, H.; Singh, N.P.: *Acute low-intensity microwave exposure increases DNA damage single strand breaks in rat brain cells*. «Bioelectromagnetics», 1995, 16, 207-210.
- [4] Lai, H.; Singh, N.P.: *Single and double stranded breaks in rat brain cells after acute exposure to radiofrequency electromagnetic radiation*. «International Journal of Radiation Biology», 1996, 4, 513-521.
- [5] Malyapa, R.S.; Ahern, E.W.; Straube, W.L.; Moros, E.G.; Pickard, W.F.; Roti-Roti, J.L.: *Measurement of DNA damage after exposure to 2450 MHz electromagnetic radiation*. «Radiation Research», 1997, 148, 608-617.
- [6] Vijayalaxmi; Leal, B.Z.; Szilagyi, M.; Prihoda, T.J.; Meltz, M.L.: *Primary DNA damage in human blood lymphocytes exposed in vitro to 2450 MHz radiofrequency radiation*. «Radiation Research», 2000, 153(4), 479-486.
- [7] Li, L.; Bisht, K.S.; Lagroye, I.; Zhang, P.; Straube, W.L.; Moros, E.G.; Pickard, W.F.; Roti-Roti, J.L.: *Measurement of DNA damage in mammalian cells exposed in vitro to radiofrequency fields at SARs of 3-5 W/kg*. «Radiation Research», 2001, 156(3), 328-32.
- [8] Meltz, M.L.: *Biological effects versus health effects: an investigation of the genotoxicity of microwave radiation*. *Radiofrequency Radiation Standards. Biological Effects, Dosimetry, Epidemiology, and Public Health Policy*. «Nato ASI Series A», 1995, vol. 274: 235-241.
- [9] Brusick, D. et al.: *Genotoxicity of radiofrequency radiations*. «Environmental and Molecular Mutagenesis», 1998, 32, 1-16.
- [10] Maes, A.; Collier, M.; Vangorp, U.; Vandoninck, S.; Verschaeve, L.: *Cytogenetic Effects of 935.2-MHz (GSM) microwaves alone and in combination with mitomycin C*. «Mutation Research», 1997, 393(1-2), 151-156.
- [11] Maes, A.; Collier, M.; Verschaeve, L.: *Cytogenetic Effects of 900 MHz (GSM) Microwaves on Human Lymphocytes*. «Bioelectromagnetics», 2001, 22, 91-96.
- [12] Hook, G.J.; Donner M.; McRee, D.I.; Guy, A.W.; Tice, R.R.: *Investigation of DNA damage and micronuclei induction in cultured human blood cells*. Accepted in «Bioelectromagnetics», 2001.
- [13] Bisht, K.; Moros, E.G.; Straube, W.L.; Roti-Roti, J.L.: *The effect of radiofrequency radiation with modulation relevant to cellular phone communication (835.62 MHz FDMA and 847.74 MHz CDMA) on the induction of micronuclei in C3H 10T1/2 cells*. Accepted in «Radiation Research», 2001.
- [14] Vijayalaxmi; Leal, B.Z.; Meltz, M.L.; Pickard, W.F.; Bisht, K.S.; Roti-Roti, J.L.; Straube, W.L.; Moros, E.G.: *Cytogenetic Studies in Human Blood Lymphocytes Exposed In Vitro to Radiofrequency Radiation at a Cellular Telephone Frequency (835.62 MHz, FDMA)*. «Radiation Research», 2001, 155(1), 113-121.
- [15] D'Ambrosio, G.; Massa, R.; Scarfi, M.R.; Zeni, O.: *Cytogenetic damage observed in human lymphocytes following GSM phase modulated microwave exposure*. Accepted in «Bioelectromagnetics», 2001.
- [16] Cleary, S.F.; Liu, L.M.; Merchant, R.E.: *Glioma proliferation modulated in vitro by isothermal radiofrequency radiation exposure*. «Radiation Research», 1990, 121, 38-45.
- [17] Shi, R.; Davis, C.C.; Motzkin, S.M.: *Do 27-MHz and 2450-MHz RFR affect in vitro proliferation of human LN-71 glioma cells?* Bioelectromagnetics Society Annual Meeting, 1999, Long Beach, USA.
- [18] Balcer-Kubiczek, E.K.; Harrison, G.H.: *Neoplastic transformation of C3H/10T1/2 cells following exposure to 120-Hz modulated 2.45-GHz microwaves and phorbol ester tumor promoter*. «Radiation Research» 1991, 126(1), 65-72.
- [19] Roti-Roti, J.L.; Malyapa, R.S.; Bisht, K.S.; Ahern, E.W.; Moros, E.G.; Pickard, W.F.; Straube, W.L.: *Neoplastic transformation in C3H 10T 1/2 cells after exposure to 835.62 MHz FDMA and 847.74 MHz CDMA radiations*. «Radiation Research», 2001, 155(1), 239-247.
- [20] Goswami, P.C.; Albee, L.D.; Parsian, A.J.; Baty, J.D.; Moros, E.F.; Pickard, W.F.; Roti-Roti, J.L.; Hunt, C.R.: *Proto-oncogene mRNA levels and activities of multiple transcription factors in C3H 10T 1/2 murine embryonic fibroblasts exposed to 835.62 and 847.74 MHz cellular phone communication frequency radiation*. «Radiation Research», 1999, 151(3), 300-309.
- [21] Leszczynski, D.; Joenväärä, S.: *Exposure to mobile phone radiation induces cellular stress response*. Bioelectromagnetics Annual Meeting, St Paul, USA, 2001.
- [22] Byus, C.V.; Kartun, K.; Pieper, S.; Adey, W.R.: *Increased ornithine decarboxylase activity in cultured cells exposed to low energy modulated microwave fields and phorbol-ester tumor promoters*. «Cancer Research», 1988, 48(15), 4222-4226.

- [23] Litovitz, T.A.; Krause, D.; Penafiel, M.; Elson, E.C.; Mullins, J.M.: *The role of coherence time in the effect of microwaves on ornithine decarboxylase activity*. «Bioelectromagnetics», 1993, 14, 395-403.
- [24] Litovitz, T.A.; Penafiel, L.M.; Farrel, J.M.; Drause, D.; Meister, R.; Mullins, J.M.: *Bioeffects induced by exposure to microwaves are mitigated by superposition of ELF noise*. «Bioelectromagnetics», 1997, 18, 422-430.
- [25] Byus, C.V.; Lundak, R.L.; Fletcher, R.M.; Adey, W.R.: *Alteration in protein kinase activity following exposure of cultured human lymphocytes to modulate microwave fields*. «Bioelectromagnetics», 1984, 5, 341-351.
- [26] Bawin, S.M.; Kaczmarek, L.K.; Adey, W.R.: *Effects of modulated VHF fields on the central nervous system*. «Annals of the New York Academy of Science», 1975, 247, 74-81.
- [27] Blackman, C.F. et al.: *Induction of calcium-ion efflux from brain tissue by RFR: effects of modulation frequency and field strength*. «Radio Science», 1979, 14 (S), 93-98.
- [28] Blackman, C.F. et al.: *Induction of calcium-ion efflux from brain tissue by radiofrequency radiation: effect of sample number and modulation frequency on the power-density window*. «Bioelectromagnetics», 1980, 1(1), 35-43.
- [29] Blackman, C.F. et al.: *Calcium-ion efflux from brain tissue: power-density versus internal field-intensity dependencies at 50-MHz radio-frequency radiation*. «Bioelectromagnetics», 1980, 1(3), pp. 277-283.
- [30] Lin-Liu, S.; Adey, W.R.: *Low frequency amplitude modulated microwave fields change calcium efflux rates from synaptosomes*. «Bioelectromagnetics», 1982, 3(3), 309-322.
- [31] Dutta, S.K., et al.: *Microwave radiation induced calcium ion efflux from human neuroblastoma cells in culture*. «Bioelectromagnetics», 1984, 5(1), 71-78.
- [32] Merritt, J.H.; Shelton, W.W.; Chamness, A.F.: *Attempts to alter $^{45}\text{Ca}^{2+}$ binding to brain tissue with pulse-modulated microwave energy*. «Bioelectromagnetics», 1982, 3(4), 475-478.
- [33] Albert, E.N. et al.: *Effect of amplitude modulated 147 MHz radiofrequency radiation on calcium ion efflux from avian brain tissue*. «Radiation Research», 1987, 109(1), 19-27.

Abbreviazioni

CDMA	Code Division Multiple Access
CTIA	Cellular Telecommunications Industry Association
CW	Continuous Wave
DNA	DeoxideriboNucleic Acid
ELF	Extremely Low Frequencies
FDA	Food and Drug Administration
FDMA	Frequency Division Multiple Access
FMCW	Frequency Modulation Continuous Wave
GSM	Global System for Mobile communications
GMSK	Gaussian Minimum Shift Keying
HSP	Heat Shock Proteins
ODC	Ornithine DeCarboxilase
OMS	Organizzazione Mondiale della Sanità
RFR	RadioFrequency Radiation
SAR	Specific Absorption Rate
TDMA	Time Division Multiple Access
TEM	Transverse ElectroMagnetic
TETRA	TErrestrial Trunked RADio
TPA	Tetradecanoyl Phorbol Acetate
WHO	World Health Organization



Isabelle Lagroye, PhD in Biology and Pharmacy, is an assistant professor at the Ecole Pratique des Hautes Études, linked to the Sorbonne. She has done research work at the PIOM laboratory for the last two years, following a postdoc in the USA, with Prof. Roti Roti. Her research deals mainly with the effects of mobile telephones, and in particular on in-vitro models and mobile telephone signals. She is also investigating the role of nitric oxide in several models (apoptosis, etc.). She is principal investigator within the REFLEX European project.



Bernard Veyret, PhD in Physics, and senior scientist at the CNRS, has been investigating the bioeffects of electromagnetic fields for the last 15 years. His laboratory is located in Bordeaux at the College of Chemistry and Physics of the University. He has worked on various topics related to ELF and RF health risks. He is a member of ICNIRP, and other French and international expert committees.

Architetture, tecnologie e modelli funzionali nell'e-commerce

PINO CASTROGIOVANNI
PAOLO MAGLIANO
ANTONIO SCIARAPPA

Diversi fattori di mercato, quali la globalizzazione e la competizione, costringono le aziende ad accentuare l'attenzione ai costi e all'ottimizzazione delle efficienze; nello stesso tempo la riduzione del ciclo di vita dei prodotti e dei servizi impone modelli di business che richiedono una stretta collaborazione fra i diversi attori della catena del valore. Questo scenario, confermato da numerose analisi di mercato, porta le diverse organizzazioni a sfruttare le potenzialità delle tecnologie Internet per automatizzare sia i processi interni sia l'integrazione con l'esterno dell'azienda, oltre che aprire nuove opportunità di business.

Le tecnologie ed i modelli di e-commerce giocano un ruolo significativo all'interno di questi cambiamenti in quanto non si posizionano più unicamente come supporto ad operazioni di solo back office, ma anche come elementi che generano direttamente business.

L'articolo, seppure in forma non esaustiva, intende fornire un quadro funzionale e descrivere le caratteristiche architettoniche dei principali modelli di e-commerce. In aggiunta, considerata la rilevante esigenza di integrazione di flussi informativi ed applicativi, sia all'interno che all'esterno delle aziende, sarà chiarito il ruolo di alcune tecnologie standard. Nel contesto della trattazione si accennerà brevemente ad alcuni case-study sviluppati all'interno di TILAB.

1. Introduzione

1.1 Scenari

Nello scenario della *new economy* esistono diversi modi per riferirsi al concetto di commercio elettronico; tra i più diffusi, oltre al termine *e-commerce*, è utilizzato anche quello di *e-business*. Benché molti assegnino una differenziazione, dipendente dal livello di copertura funzionale, nel seguito si adotteranno alternativamente le due definizioni, attribuendo ad esse le stesse modalità operative dirette a:

- utilizzare la rete Internet come canale di vendita;
- ridefinire processi aziendali utilizzando la rete per integrare i flussi di lavoro con l'obiettivo di aumentare l'efficienza e ridurre i costi;
- aumentare l'efficacia della comunicazione aziendale verso l'esterno, automatizzando i processi di acquisizione di beni diretti ed indiretti e coordinando in tempo reale le esigenze dei propri clienti con le necessità dei servizi di logistica e finanziari e con le disponibilità di prodotti/servizi.

Da quanto si è sottolineato appare evidente che non vi è un'unica forma di e-commerce, perché l'ambiente nel quale si svolge e i possibili soggetti coinvolti cambiano: la soluzione applicata alle aziende diretta all'automazione degli ordini e delle transazioni, oltre all'inevitabile interazione con i sistemi informativi aziendali, ha dinamiche commerciali diverse rispetto a quelle di un negozio virtuale che si rivolge direttamente al cliente finale.

Questa precisazione porta a individuare due principali forme di e-commerce:

- *Commercio elettronico tra aziende, B2B (Business to Business)* che ha l'obiettivo di supportare le transazioni commerciali, i processi di trasformazione e produzione dei prodotti con rilevanti esigenze di integrazione tra la parte produttiva e quella amministrativa; in molti casi questa definizione viene estesa ulteriormente in *B2B procurement* e *B2B marketplace* su cui si tornerà nel seguito.
- *Commercio elettronico per i consumatori finali, B2C (Business to Consumer)* che riguarda la problematica della fornitura di beni e servizi diretti all'utente

finale, caratterizzata da entità transazionali generalmente contenute, con pagamenti on-line.

1.2 Il modello architetturale

Le soluzioni di e-commerce hanno introdotto nuovi modelli di business, caratterizzati essenzialmente da un crescente numero di attori e di canali di comunicazione, da una competizione molto dipendente dal fattore tempo, da crescenti aspettative e da una forte richiesta di interoperabilità fra nuovi processi e tra i nuovi e gli esistenti. La realizzazione pratica di questo modello è fattibile unicamente adottando soluzioni tecniche flessibili, per consentire l'interoperabilità tra i vari blocchi appartenenti alla catena del valore [1].

In questa direzione è da intendersi la diffusione di architetture applicative basate su *application server*, in grado di offrire un insieme di servizi base per accelerare lo sviluppo e l'installazione di applicazioni modulari e flessibili. Gli application server, sui quali si tornerà nel seguito, rappresentano un'evoluzione dei sistemi di *middleware* verso la realizzazione di applicazioni server-based transazionali, in grado di supportare un accesso multi-utente via web o, più in generale, mediante un terminale leggero (*thin-client*) su cui non risiede logica applicativa. Oltre ai servizi di comunicazione, già offerti dalle piattaforme middleware per la realizzazione di applicazioni basate su componenti software distribuiti, gli application server offrono un insieme di servizi base specifici di questo tipo di applicazioni (sicurezza, autenticazione e gestione della sessione utente sono alcuni esempi) e strumenti di sviluppo e amministrazione in grado di ridurre notevolmente il tempo e la complessità di realizzazione e di installazione delle applicazioni.

L'architettura tipica di una soluzione di e-commerce è schematizzata in figura 1, dove viene messa in evidenza la separazione tra lo strato di *front-end*, che si occupa della gestione dell'interfaccia da presentare all'utilizzatore, e quello di *back-end*, costituito dallo strato dati e da sistemi legacy preesistenti. Un'applicazione è costituita da un insieme di componenti software che realizzano le regole (o la logica) di business dell'applicazione, interagendo con lo strato di back-end e quello di front-end attraverso un insieme di interfacce e di servizi offerti dall'application server.

La possibilità di gestire le regole applicative in modo isolato, rispetto ai livelli di front-end e back-end, offre diversi vantaggi, tra cui riveste particolare importanza la possibilità di riuso dei componenti software; attraverso la condivisione dello stesso componente da più server o applicazioni, è possibile ottenere, ad esempio, una migliore capacità di servizio e il coordinamento delle operazioni svolte sui dati.

Nel caso di una soluzione di e-commerce lo strato dati è costituito da un insieme molto vasto di informazioni, comprendenti il catalogo prodotti, l'anagrafica dei clienti, le condizioni commerciali da praticare, le scorte di magazzino esistenti ed i fornitori da attivare in caso di vendita. Lo strumento tipico per la gestione di queste informazioni è un database di tipo relazionale, che viene normalmente utilizzato non

solo come base dei dati relativi all'applicazione, ma anche come collegamento tra questa e le procedure gestionali dell'azienda [2].

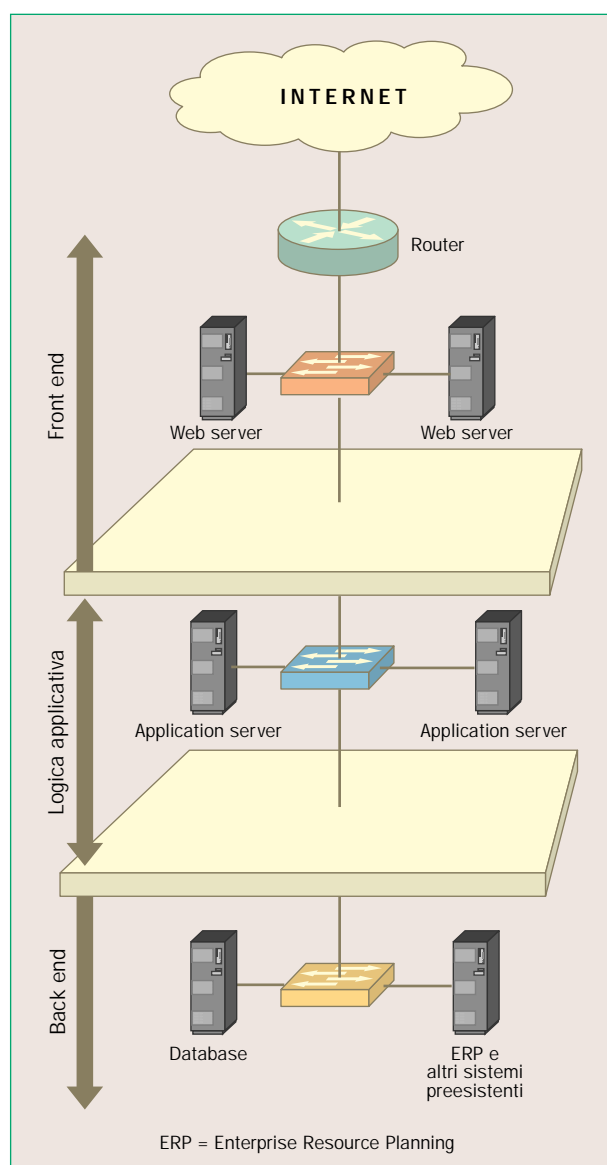


Figura 1 Modello architetturale.

2. Ruoli, modelli e funzionalità

2.1 B2C (Business-to-Consumer)

I due modelli di e-commerce B2C e B2B, definiti precedentemente, sono naturalmente correlati fra loro e mirano alla realizzazione di una completa automazione dei processi aziendali, comprendente tutto il contesto in cui opera un'azienda, per arrivare alla realizzazione di un sistema informativo esteso che includa partner, fornitori e clienti (consumatori e/o aziende).

Nel seguito viene preso in esame il modello B2C, con l'obiettivo di fornire una breve panoramica dei concetti principali, soffermandosi sugli aspetti più significativi e importanti di questo modello; alcuni

Soluzioni B2C: case study

“Centri commerciali virtuali (Mall) per la piccola e media editoria”

Il settore B2C, malgrado le flessioni registrate dal settore “dotcom”, è un mercato in crescita con alcuni elementi di attenzione quali:

- **fatturato in espansione:** nel 2000 è cresciuto in Italia del 250 per cento rispetto all'anno precedente raggiungendo un fatturato di 800 miliardi di lire; i risultati economici sono ancora negativi;
- **mercato concentrato su pochi settori:** il 50 per cento del fatturato indicato è concentrato nel settore dell'informatica e del bancario;
- **crescita del numero di centri commerciali virtuali (mall):** indicatore di concentrazione dei players.

Nella figura A è mostrato un esempio di realizzazione B2C in configurazione mall per la comunità dei piccoli e medi editori, nel contesto di fiera del libro virtuale. L'utilizzo di semplici strumenti di self-provisioning permette ai singoli editori di attivare il proprio negozio on-line, attraverso cui vendere direttamente al consumatore finale.

Il mall come aggregatore della piccola e media editoria è costituito da vari negozi di e-commerce quanti sono gli editori registrati; in essi è possibile acquistare on-line i libri cartacei e usufruire dell'aiuto di strumenti di ricerca avanzati per facilitare le ricerche anche in linguaggio naturale.

L'evoluzione del libro: oltre ai libri cartacei la struttura si propone di commercializzare i libri in formato elettronico, i cosiddetti e-book. Gli e-book sono prodotti in formato Adobe e Microsoft, distribuiti e commercializzati nel rispetto dei diritti di autore la cui gestione tecnica è uno dei temi di rilievo nel processo di vendita di beni digitali.

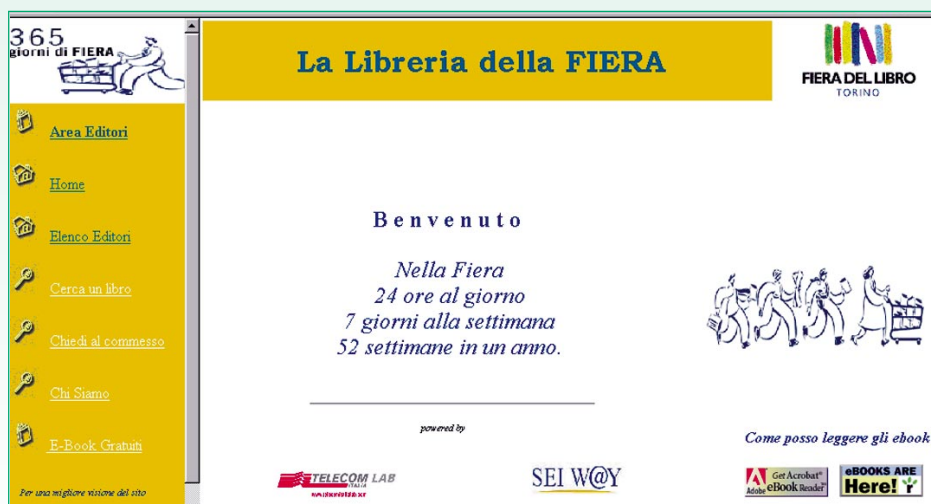


Figura A Esempio di configurazione di centro commerciale virtuale per piccoli e medi editori.

aspetti e problematiche comuni, invece, saranno approfonditi nella più ampia sezione dedicata al B2B, che rappresenta anche lo scenario riconosciuto dagli analisti come quello oggi più rilevante in termini di impatto funzionale ed economico.

Il modello B2C, come anticipato, è relativo all'utilizzo di Internet come canale per la vendita di beni e servizi all'utente finale (*customer*) da parte di un'azienda (*merchant*). Ad oggi esistono numerose piattaforme tecnologiche per la realizzazione di siti di e-com-

merce B2C¹, che possono essere utilizzate dai CSP (*Commercial Service Provider*) per l'hosting dei negozi virtuali (*e-shop*) delle aziende, offrendo un ampio ventaglio di funzionalità e permettendo di creare offerte flessibili, adatte alle diverse esigenze delle aziende.

⁽¹⁾ IBM, Microsoft, Broadvision, Bea, Intershop ed Open Market sono solo alcuni dei principali fornitori presenti sul mercato.

Le piattaforme disponibili sul mercato offrono ai CSP gli strumenti per la realizzazione e la gestione di centri commerciali virtuali (chiamati *cybermall* o *mall virtuali*), comprendenti più negozi virtuali accessibili al loro interno. Un mall si presenta tipicamente come un portale navigabile dall'utente attraverso un insieme di categorie merceologiche, all'interno delle quali vengono classificati e sono accessibili i singoli negozi; all'interno di un mall è possibile effettuare ricerche e comparazioni tra tutti i prodotti messi in vendita, gestendo generalmente in modo integrato il processo di acquisto attraverso un unico "carrello della spesa" condiviso da tutti i negozi. La partecipazione a un mall rappresenta la scelta più adatta per aziende che vogliono limitare l'investimento economico iniziale, attraverso l'uso di un insieme di servizi standard e condivisi da un numero elevato di *e-shop*, e, al tempo stesso, essere facilmente rintracciabili attraverso l'accesso a una comunità di negozi identificata da un marchio (*brand*) comune pubblicizzato sulla rete. I mall, inoltre, offrono generalmente semplici strumenti che permettono all'azienda (*merchant*) di crearsi il proprio negozio in modo autonomo (*self-provisioning*), attraverso l'uso del solo browser e senza necessità di competenze tecniche particolari.

I principali macro blocchi funzionali che si possono identificare in una piattaforma B2C comprendono la gestione di cataloghi e ordini, il supporto a meccanismi di pagamenti on-line, le funzionalità di *profiling* degli utenti e la personalizzazione. Altre funzionalità aggiuntive possono essere la gestione di aste (tipicamente al rialzo), moduli specifici per la creazione di campagne pubblicitarie sul singolo negozio o all'interno di un mall e strumenti di ausilio per la vendita di beni digitali². Possono inoltre essere forniti strumenti per l'integrazione con i sistemi ERP³ più diffusi (SAP, Oracle, PeopleSoft, ...) e, sempre più spesso, anche estensioni verso il B2B, quali strumenti per lo scambio di documenti commerciali con partner e fornitori⁴ e funzioni per l'integrazione con altre soluzioni di e-procurement e di marketplace⁵.

Gli aspetti di rilievo, relativi alle funzionalità di gestione di cataloghi e ordini, sono legati all'inte-

grazione con il sistema informativo aziendale (si pensi, ad esempio, ai moduli per la gestione di ordini e per il magazzino di un sistema ERP), alla gestione dei rapporti con i propri fornitori (*supply chain*) e ai problemi di logistica per un'efficiente consegna dei prodotti (tutti aspetti che, essendo comuni anche al contesto B2B, saranno ripresi nel paragrafo successivo).

Le funzioni di profilatura (*profiling*) e personalizzazione rappresentano, invece, uno degli aspetti più importanti del contesto B2C; l'obiettivo è quello di raccogliere informazioni sull'utente, in modo esplicito, attraverso la richiesta diretta all'utente, o in modo implicito, attraverso la memorizzazione di informazioni sul suo comportamento on-line, al fine di proporre un'interfaccia personalizzata sia nella grafica sia nei contenuti, in grado di anticipare le richieste dello stesso utente. Una piattaforma B2C completa deve quindi mettere a disposizione adeguati strumenti per la raccolta e l'analisi dei dati di navigazione e vendita sul sito e la successiva creazione di offerte mirate da presentare alle diverse tipologie di customer identificate.

Per quanto riguarda la gestione dei pagamenti on-line, i servizi di connessione con i circuiti finanziari possono essere offerti direttamente dal CSP, che fornisce l'hosting dei siti di e-commerce, oppure da banche o da società specializzate nel fornire servizi di pagamento via web. Le tecnologie utilizzate per gestire la sicurezza delle transazioni sono approfondite nel seguito dell'articolo: l'uso di *SSL* (*Secure Socket Layer*) per trasferire in modo sicuro i dati relativi alle carte di credito è ormai ampiamente consolidato. Il protocollo *SET* (*Secure Electronic Transaction*) ha, invece, avuto una minore fortuna a causa della limitata diffusione di certificati digitali tra i consumatori finali.

2.2 B2B (Business-to-Business)

All'interno dello scenario B2B assumono un particolare rilievo l'*e-procurement* e il *marketplace*, che, come si vedrà meglio nel seguito, rappresentano la naturale evoluzione della progressiva diffusione dell'uso di sistemi informatici e di Internet, secondo lo schema riportato in figura 2.

⁽²⁾ Le funzionalità per la vendita di beni digitali, offerte da alcune piattaforme di e-commerce, si limitano al controllo dell'accesso a archivi (file) e informazioni presenti nel negozio on-line a pagamento. La problematica più generale di protezione dell'intero ciclo di distribuzione e fruizione dei contenuti, relativa alla tutela del copyright e dei diritti d'autore (si pensi al caso di software, libri digitali, musica e film), prende il nome di DRM (Digital Rights Management) e viene approfondita nel seguito dell'articolo (sezione tecnologie abilitanti).

⁽³⁾ Enterprise Resource Planning, è il sistema informatico integrato utilizzato da tutti i dipartimenti di un'azienda. Tra i maggiori produttori di ERP emergono SAP e Oracle.

⁽⁴⁾ È questo il caso, ad esempio, della piattaforma Microsoft Commerce Server 2000 strettamente integrata con il framework BizTalk, descritto nel seguito dell'articolo (sezione tecnologie abilitanti).

⁽⁵⁾ Come, ad esempio, per la versione marketplace edition di IBM Websphere Commerce Suite, che si integra con le soluzioni di e-procurement marketplace fornite da Ariba.

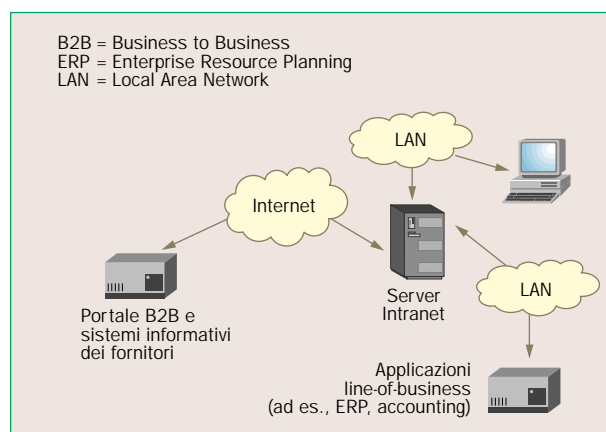


Figura 2 Modello architetturale B2B.

Sinteticamente si può dire che per *e-procurement* si intende l'automatizzazione del processo aziendale d'acquisto di beni diretti e indiretti, dalla richiesta da parte del dipendente che necessita di un bene o di un servizio, alla emissione o alla consegna dell'ordine al venditore e, in direzione opposta, all'accettazione della merce e della fattura da parte dello stesso utente che aveva emesso la richiesta di acquisto, fino all'ordine di pagamento. L'impiego di tecnologie web agevola l'automatizzazione del processo d'acquisto di beni (in genere non direttamente pertinenti con la produzione dell'azienda stessa), migliorando l'efficienza dei processi interni e, conseguentemente, riducendone i costi [3].

Per *marketplace* si intende la creazione di un luogo d'incontro virtuale, dove possono confluire le richieste di uno o più compratori (*buyer*) e le offerte di uno o più venditori (*seller*), dove la possibilità di scelta del bene da acquistare è maggiore (sono, ad esempio, consultabili congiuntamente i cataloghi di più venditori), dove la gestione dei prezzi è (almeno virtualmente) dinamica, prevedendo, per esempio, la possibilità di sconti per grossi quantitativi di merci o per particolari buyer, con la presenza di aste al rialzo o al ribasso [4].

Tra i due livelli di e-commerce realizzabili (*e-procurement* e *marketplace*), oltre alle differenze sui servizi offerti, esiste anche una distinzione relativa allo sforzo economico e progettuale richiesto per la loro realizzazione. L'*e-procurement* è fondamentalmente un'estensione dell'automazione delle procedure interne di gestione delle risorse dell'azienda, che già molte di esse hanno introdotto utilizzando programmi di ERP. Nel caso del *marketplace* sono invece coinvolti diversi attori distinti, ognuno dei quali, seppure in maniera differenziata, deve compiere un investimento per integrarsi nella comunità virtuale. Per consentire al *marketplace* di popolarsi, è indispensabile inizialmente la presenza di un soggetto, tipicamente un buyer (o una comunità di buyer più o meno omogenea), che intraprenda la "costruzione" di tale entità. Il buyer deve avere un peso economico tale da riuscire ad attirare molti seller (a partire da quelli abituali già accreditati) nella comunità virtuale e, allo stesso tempo, deve essere disposto a effettuare un discreto investimento in risorse informatiche.

Oltre a richiedere un investimento iniziale notevole, la creazione e la gestione di un *marketplace* comporta l'utilizzo continuato di risorse - umane e materiali - inserite in un'attività di business che generalmente esula dalla catena di produzione del valore propria della società che ha deciso di crearlo. In un gran numero di casi, le realizzazioni di sistemi di e-commerce B2B comprendenti un *marketplace*, hanno perciò avuto come principale attore una società partecipata sia dal buyer, che ha deciso di costituire il *marketplace*, sia dalla società che fornisce la tecnologia utilizzata per realizzare le infrastrutture software del *marketplace*.

Da un punto di vista operativo entrambe le modalità di implementazione B2B devono rispondere ad alcune esigenze, quali:

- *Configurabilità* - che individua la flessibilità del

sistema nei confronti delle regole e degli standard preesistenti nell'azienda, compresi i meccanismi di approvazione e l'integrazione con l'ERP⁶.

- *Facilità d'utilizzo* - che permette al generico dipendente di poter impostare un acquisto presentandogli un'interfaccia di utente semplice e immediata.
- *Sicurezza* - che rappresenta sempre un fattore di grande rilievo specie quando si considerano transazioni economiche.
- *Adattabilità* - che riguarda il sistema di *e-procurement* che deve potersi configurare per tener conto del maggior numero di situazioni. Infatti i metodi di comunicazione utilizzabili dai differenti fornitori per ricevere l'ordine possono essere tra i più disparati (ad esempio: Internet, EDI, XML, e-mail, fax automatico) e, anche, i diversi sistemi di *back office* aziendali.

2.2.1 E-procurement

L'acquisizione di beni e servizi esterni rappresenta naturalmente uno dei maggiori motivi di spesa per molte aziende. Questa può essere relativa alla catena degli approvvigionamenti collegati al core business aziendale (ad esempio: materie prime, componenti per le manifatturieri o prodotto per i dettaglianti) o può riguardare gli acquisti indiretti anche conosciuti come *MRO (Maintenance, Repair and Operations)*, ad esempio articoli di cancelleria, PC. Nel primo caso si parla di *business-critical procurement*, nel secondo di *non-critical procurement*. I requisiti necessari per gestire queste due diverse tipologie di acquisto sono differenti.

Il *business-critical procurement* si rivolge a un numero limitato di buyer specializzati, e il processo è talvolta assistito da sistemi di *MRP (Material Requirements Planning)* che necessitano di poter conoscere la disponibilità del bene e d'identificare velocemente fornitori alternativi nel caso si presentino problemi con quello di riferimento.

Il *non-critical procurement* consente al personale dell'azienda di creare direttamente gli acquisti di beni MRO: l'obiettivo principale è quello di razionalizzare il numero di fornitori, negoziando condizioni favorevoli e riducendo i costi con possibilità di monitorare queste spese. Questo tipo di approvvigionamento viene spesso indicato con il termine *e-procurement*, o anche come *corporate purchasing*.

La figura 3 schematizza i principali passi operativi che caratterizzano il processo di *e-procurement*.

Le aree dove si prevede il maggiore impatto in termini di ottimizzazione degli acquisti strategici e di snellimento e di razionalizzazione negli acquisti di beni indiretti riguardano:

⁽⁶⁾ Un ERP è generalmente un sistema complesso e costoso e un'azienda che abbia investito risorse non trascurabili per acquistarlo, installarlo, configurarlo, imparare a gestirlo, difficilmente accetterà di abbandonarlo per un altro integrabile con il sistema di *e-procurement* da essa impiegato.

- i costi operativi per l'approvvigionamento: si riducono, automatizzando i processi manuali ed i metodi di pagamento. Tutta la produzione di documenti cartacei viene, infatti, eliminata o almeno drasticamente ridotta, con indubbio risparmio in termini di tempo e di spazio;
- il controllo delle spese e la riduzione di acquisti non autorizzati: si elimina, infatti, la possibilità di effettuare acquisti non conformi a specifiche regole prestabilite (*maverick buying*) e il dipendente è obbligato a rivolgersi a fornitori autorizzati;
- i costi di inventario: si riducono mediante l'integrazione di fornitori strategici nei processi interni di pianificazione, lavorazione e distribuzione;
- la riduzione nei tempi di fornitura: risulta essere un vantaggio particolarmente importante per le aziende manifatturiere;
- il miglioramento delle relazioni con i fornitori e maggior potere d'acquisto: riducendo il numero di fornitori, si incrementano i volumi operando a livello di tutta un'azienda (o di più aziende), con la possibilità di ottenere prezzi e condizioni privilegiate e personalizzate;
- la maggiore soddisfazione per l'utilizzatore finale: in questo modo si può permettere allo stesso dipendente di selezionare direttamente (*self-service*) il bene o il servizio che maggiormente corrisponde alle sue esigenze.

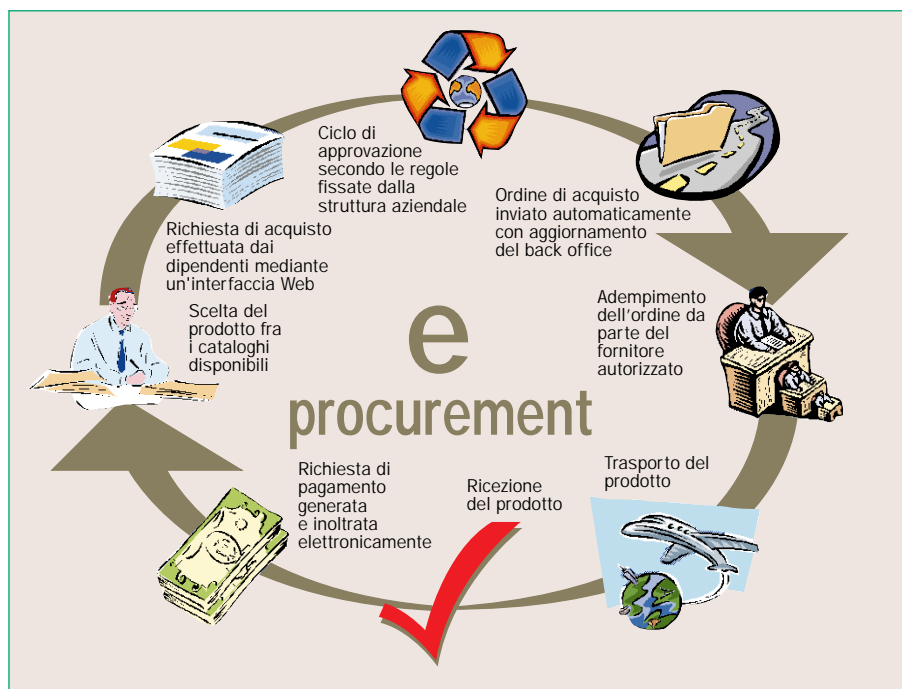


Figura 3 Ciclo operativo di una soluzione di e-procurement.

Le principali soluzioni commerciali di e-procurement⁷ rispondono ai requisiti precedentemente elencati, sebbene esistano differenziazioni a livello di piattaforma utilizzata, gestione del catalogo e del flusso di lavoro (*workflow*) e di integrazione con i sistemi di back end.

Un elemento di rilievo nella scelta di una solu-

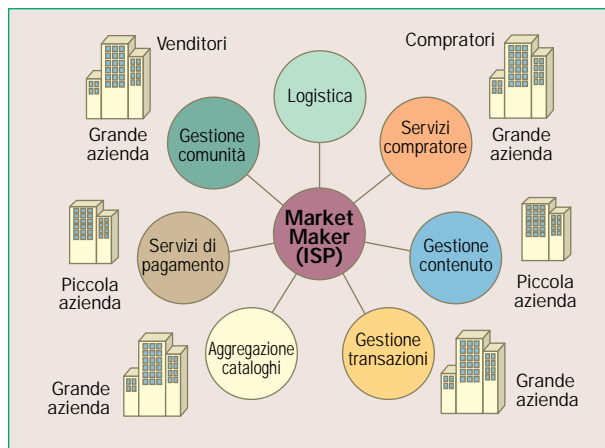


Figura 4 Blocchi funzionali presenti in un marketplace.

zione di e-procurement è rappresentato dal modello per la gestione del catalogo, che può risiedere presso il venditore (*seller site*), il compratore (*buyer site*) o presso un intermediario (*market site*). I modelli più adottati sono del tipo *market site* e *buyer site*; in questo ultimo caso sono necessari aggiornamenti e sincronizzazioni periodiche con il catalogo del fornitore (questa soluzione non è adottabile qualora i dati del catalogo vengano modificati

troppo di frequente). In particolare nel caso in cui il catalogo sia costituito da contenuti distribuiti su siti eterogenei, l'integrazione che ne consegue risente dei tempi di risposta e delle prestazioni della rete.

2.2.2 Marketplace

Come è già stato anticipato, il marketplace è sostanzialmente un'area virtuale, è cioè un luogo d'incontro tra compratori, venditori e market maker, in cui si svolgono attività commerciali su Internet avvantaggiandosi dei contenuti e dei contatti messi a disposizione della comunità.

La figura 4 schematizza i principali blocchi funzionali che caratterizzano le prestazioni di un marketplace elencabili come segue:

- registrazione dell'utenza: gestione dei gruppi di utenza, dei ruoli, delle abilitazioni a svolgere alcune attività piuttosto che altre, ...;

⁽⁷⁾ Tra i principali fornitori di soluzioni di e-procurement possono essere segnalati SAP, Oracle, Ariba, iPlanet e Clarus.

Soluzioni B2B: case study

"e-procurement in tecnologia Oracle/SAP"

Le soluzioni di e-procurement hanno raggiunto un discreto livello di diffusione per il significativo impatto che hanno sull'importante tema degli approvvigionamenti aziendali che, come già detto, è un settore di rilievo nel processo di riduzione dei costi. A questo proposito valutazioni, condivise da molti analisti, sottolineano come il costo di un processo di acquisto on-line, rispetto allo stesso cartaceo, dovrebbe passare da circa 150 a 25 \$; questo scostamento è ancora più significativo se si pensa che gli acquisti mediamente sono il 40-50 per cento del totale dei costi e che, di norma, un 50 per cento di essi è rappresentato da acquisti di basso valore su cui esistono ampi margini di ottimizzazione.

Operativamente una soluzione di e-procurement mette in collegamento il richiedente e il fornitore, attraverso una serie di funzionalità che coprono tutte le fasi del processo di acquisizione. Questo processo si svolge, di norma, attraverso la consultazione dei cataloghi dei fornitori e il riempimento di un carrello (*shopping basket*); successivamente lo shopping basket segue l'iter di approvazione secondo un diagramma di flusso predefinito e, solo dopo l'approvazione, viene generata la *RdA (Richiesta di Acquisto)* ed è inoltrata al sistema ERP, dal quale viene emessa come *Oda (Ordine di Acquisto)* da trasferire al fornitore. Il processo si ritiene completato con l'attivazione delle altre fasi chiamate *fulfillment* (monitoraggio preparazione del prodotto, consegna e pagamento).

La figura A mostra la soluzione prototipale realizzata in TILAB con tecnologie di accesso Oracle su ERP SAP.

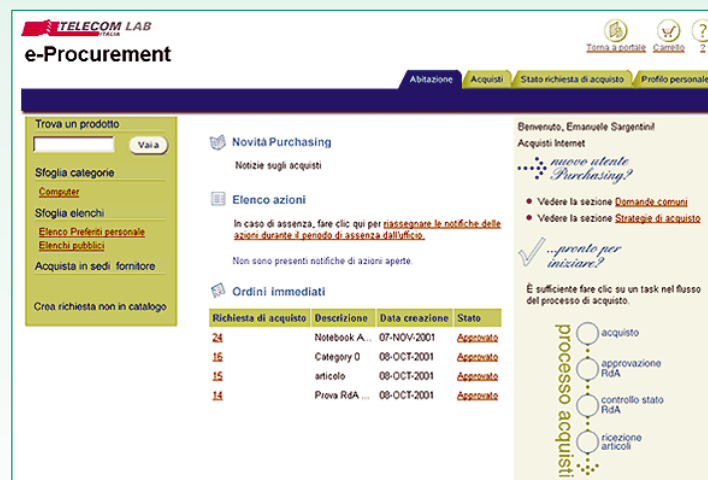


Figura A Soluzione prototipale di e-procurement.

- profilo dell'utenza: analisi dei comportamenti abituali al fine di proporre viste personalizzate che possibilmente anticipino le richieste dell'utente stesso;
- business directory: capacità di ricerca e identificazione di interessi comuni tra buyer e seller;
- gestione dei cataloghi: presentazione dei cataloghi, funzionalità avanzate di ricerca in più cataloghi e possibilità di confronto tra i prodotti disponibili;
- gestione dei prezzari e delle aste: disponibilità di cataloghi con viste differenti sui prezzi in funzione del buyer, possibilità di generare *RFI (Request For Information)*, *RFQ (Request For Quotation)*, *RFP (Request For Proposal)* e di indire aste al rialzo, al ribasso, indicazioni di possibili sconti, ...;
- gestione della sicurezza e della riservatezza;
- logistica: gestione dei pagamenti, partnership con aziende di trasporto, ...;
- gestione della comunità: servizi di messaggistica tra i membri della comunità, ...;
- servizi di intermediazione, attraverso l'utilizzo di agenti "intelligenti" che facilitano il raggiungi-

mento dell'obiettivo dell'utilizzatore; generalmente, nel caso del buyer, l'identificazione del seller che fornisce alle migliori condizioni il prodotto con le caratteristiche cercate.

Un marketplace non è necessariamente l'hosting in cui il market maker inserisce applicazioni per le

omogenei, per esempio parti di ricambio per automobili) oppure *orizzontale* (i beni o i servizi trattati non sono della stessa natura);

- *partecipanti*: B2B (Business to Business), B2C (Business to Consumer)⁸ oppure C2C (Consumer to Consumer);
- *velocità delle transazioni*: *sincrono* (le transazioni avvengono in tempo reale) oppure *asincrono* (le transazioni possono essere asincrone, per esempio tramite posta elettronica);

• *elementi guida (driver) del marketplace*: *seller-driven market* (uno o pochi fornitori importanti sono in grado di attrarre un gran numero d'acquirenti), *buyer-driven market* (uno o pochi acquirenti importanti sono in grado di attrarre un gran numero di fornitori) oppure *open market* (quando non esiste una forte polarizzazione come nei casi precedenti);

• *accesso*: *private market* (come, ad esempio, nel caso di una società che crea il proprio marketplace per l'acquisto dei beni indiretti limitandone l'accesso ai propri fornitori accreditati); *public market* (marketplace che nasce generalmente da portali pubblici di libero accesso e che non prevede particolari restrizioni di accesso).

Un elenco più dettagliato e completo delle funzionalità disponibili, suddivise per i diversi attori, è riportato nella figura 5.

Da un punto di vista funzionale e tecnologico va sottolineato come diverse soluzioni di marketplace presentino limitazioni che in molti casi rendono complesso il lavoro del market maker.

Queste limitazioni sono per lo più legate all'integrazione con i sistemi di *back-end* che costringono, di fatto, a ricorrere ancora per molte transazioni all'utilizzo di e-mail, fax e telefono. L'attività in corso sulle piattaforme tecnologiche⁹ è orientata al superamento di queste limitazioni, introducendo soluzioni che consentano di realizzare un marketplace realmente aperto (*open market*), in grado di dialogare e integrarsi con altri marketplace (ad esempio a livello orizzontale o regionale), di consentire l'accesso a qualsiasi

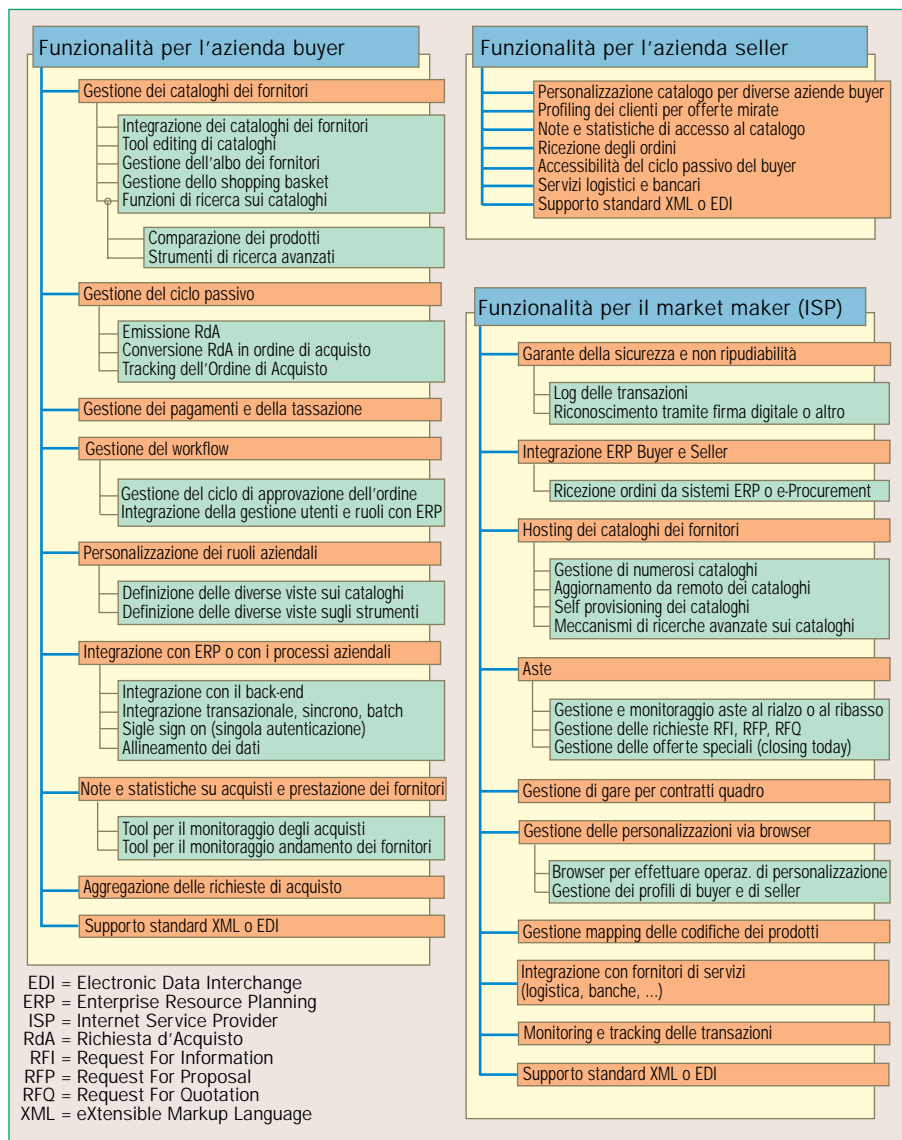


Figura 5 Blocchi funzionali disponibili suddivisi per i diversi attori.

transazioni, cataloghi e applicazioni di intermediazione. Esistono, in realtà, differenti tipologie di marketplace e alcune di queste funzionalità possono non essere presenti, possono esserne presenti altre o esse possono essere direttamente disponibili sui server che si trovano presso i soggetti che accedono al marketplace. Di seguito, per chiarire quali sono le principali tipologie di marketplace, sono riportati alcuni fattori applicabili per una loro classificazione:

- *tipo*: *verticale* (il marketplace tratta beni o servizi

lo più legate all'integrazione con i sistemi di *back-end* che costringono, di fatto, a ricorrere ancora per molte transazioni all'utilizzo di e-mail, fax e telefono. L'attività in corso sulle piattaforme tecnologiche⁹ è orientata al superamento di queste limitazioni, introducendo soluzioni che consentano di realizzare un marketplace realmente aperto (*open market*), in grado di dialogare e integrarsi con altri marketplace (ad esempio a livello orizzontale o regionale), di consentire l'accesso a qualsiasi

⁽⁸⁾ I mall virtuali analizzati nel paragrafo precedente.

⁽⁹⁾ Tra i principali fornitori di piattaforme per la realizzazione di marketplace si possono menzionare Commere One, Oracle e Ariba.

COSTI, BENEFICI E MODELLI DI REMUNERAZIONE DI UN MARKETPLACE

Un fattore di rilievo di un marketplace è dato dai costi di attivazione e di utilizzo; numerose sono le voci che concorrono alla loro determinazione, ma è opportuno sottolineare l'esistenza di due aspetti principali della questione:

- *costi di acquisto e mantenimento del software:* sono i costi sostenuti dal soggetto che svolge la funzione market maker e dipendono dalla politica di prezzi perseguita dal produttore della tecnologia utilizzata; sono normalmente il costo delle licenze (all'ac-

quisto, su base annua, per numero di processori, per numero di utenti) che può essere integrato da un costo per numero di transazioni effettuate dagli utenti;

- *costi di utilizzo:* sono i costi sostenuti dagli utenti finali del marketplace (tipicamente solo dai buyer), nel caso in cui la figura del buyer e del market maker non coincidano; essi dipendono ovviamente dai costi del punto precedente e sono generalmente costituiti da una quota di adesione e da una tassazione per numero di transazioni effettuate.

I modelli di remunerazione per il market maker possono essere molteplici e talvolta alcune solu-

zioni sono in parte imposte dallo stesso sistema adottato o meglio dalla forma di contratto esistente tra produttore della piattaforma e market maker. Le possibilità spaziano da un canone per l'azienda o per l'utente, a un pagamento per ogni transazione secondo un meccanismo *flat* o basato sulla percentuale del prodotto venduto, alla pubblicità e al pagamento per servizi a valore aggiunto.

I fattori che favoriscono il successo di un market maker si fondano sia sul suo marchio e sulla sua esperienza nelle problematiche industriali e nel dominio trattato, sia dalla presenza di partnership con fornitori e distributori, sia anche dalla capacità di aggregare informazioni e di operare velocemente con neutralità.

tipo di partecipante o di fornitore di contenuti (*content provider*) e di permettere qualsiasi tipo di transazione tra seller e buyer. Un altro aspetto importante è la facilità del sistema di adattarsi ai sempre più frequenti cambiamenti di business e di tecnologia, assicurandone l'integrazione anche con nuove applicazioni realizzate da terze parti¹⁰ e facilitando una comunicazione aperta tra i membri della comunità.

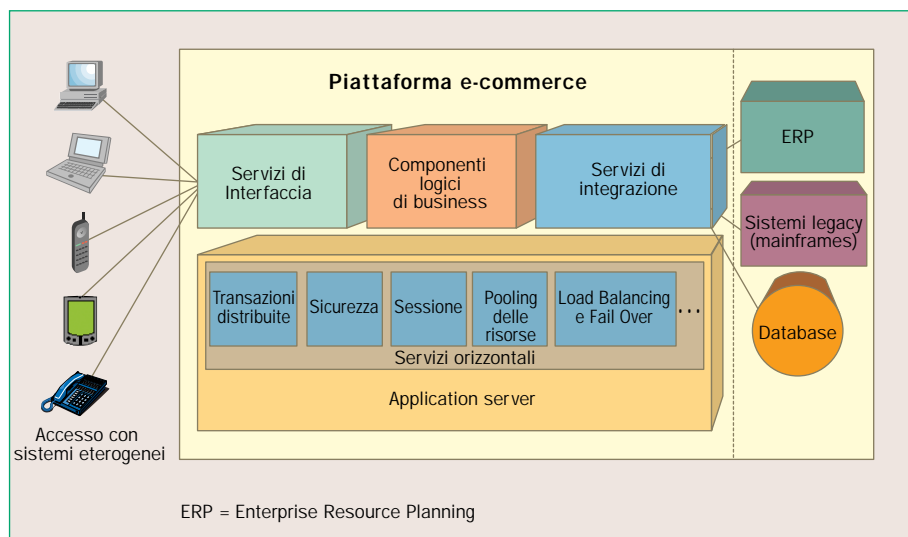


Figura 6 Architettura generale di una piattaforma per e-commerce.

3. Le tecnologie abilitanti

3.1 Architettura di riferimento per applicazioni di e-commerce

Le piattaforme tecnologiche a supporto dell'e-commerce sono numerose e differenti tra loro, e sono offerte in alcuni casi come prodotti finiti, in altri come piattaforme di sviluppo sulle quali realizzare soluzioni ad hoc per le singole aziende. La tendenza generale riscontrata per queste piattaforme, e più in generale per tutte le piattaforme alla base

delle applicazioni web di nuova generazione, è quella di utilizzare *application server* che, come si è anticipato in precedenza, offrono un insieme di servizi orizzontali di base per la realizzazione di applicazioni distribuite, impiegate su componenti software modulari e riutilizzabili.

In figura 6 è mostrata l'architettura di riferimento di una soluzione generica di e-commerce; oltre ai servizi orizzontali di base, all'interno di un application server si possono individuare tre macroblocchi principali:

- un insieme di servizi per la gestione dell'interfaccia di utente (livello di presentazione);

⁽¹⁰⁾ Ad esempio ERP, software di procurement o di vendita.

- i componenti software che realizzano la logica di business relativa all'applicazione;
- un insieme di servizi per l'interazione con lo strato dei dati e l'integrazione con sistemi preesistenti, quali ERP e sistemi legacy.

Il blocco relativo al livello di presentazione fornisce un ambiente per lo sviluppo dell'interfaccia utente; l'approccio ad oggi più diffuso prevede l'uso di linguaggi di *script*, attraverso i quali invocare i servizi offerti dai componenti che realizzano la logica applicativa e generare dinamicamente l'interfaccia.

JSP (Java Server Pages) e *Microsoft ASP (Active Server Pages)* sono due delle tecnologie più diffuse supportate dagli application server in questo contesto.

Una particolare attenzione è posta alla possibilità di interagire con differenti tipi di terminali (PC, cellulare, palmari, telefono/smart phone, set top box); l'uso di *XML (eXtensible Mark-up Language)*, come tecnologia in grado di separare il livello di descrizione dei contenuti da quello di presentazione grafica degli stessi, permette di visualizzare il contenuto in modo diverso a seconda del dispositivo di utente, basandosi su differenti linguaggi di presentazione (HTML, WML, VoxML, ...).

I servizi di integrazione permettono di realizzare in modo semplice e rapido la connessione a risorse preesistenti in azienda, quali mainframe o sistemi ERP. L'integrazione può avvenire secondo diverse modalità che possono basarsi su:

- *comunicazione asincrona* attraverso sistemi di middleware messaging (ad esempio IBM MQSeries);
- *uso di componenti software ad hoc* ospitati dall'application server;
- *strumenti di amministrazione* per la configurazione di regole per l'importazione e l'esportazione di dati tra sistemi eterogenei (ad esempio, per l'esportazione di dati relativi a dipendenti, fornitori o a ordini, contenuti all'interno di un sistema ERP SAP R/3, verso un sistema di e-procurement o verso un generico database).

Un tipo specifico di integrazione è rappresentato dall'interazione con i sistemi di altre aziende (fornitori, partner e/o marketplace); particolare importanza riveste in questo contesto, come sarà chiarito più avanti, il supporto di XML come tecnologia di base per lo scambio di informazioni.

I principali servizi di tipo orizzontale forniti dall'application server comprendono:

- *transazioni distribuite*: l'esecuzione di transazioni è gestita in ambienti eterogenei, garantendone l'integrità in un contesto distribuito;
- *sicurezza*: i servizi offerti comprendono tipicamente l'autenticazione, il controllo dell'accesso e la gestione della confidenzialità e dell'integrità nello scambio di informazioni;
- *gestione della sessione*: il protocollo *HTTP (Hypertext Transfer Protocol)* è un protocollo che non prevede la creazione e il mantenimento di un contesto (*stateless*), dove le singole richieste che arrivano al web Server non sono correlate tra loro; il concetto di sessione è realizzato dall'application server e permette di mantenere in memoria le

operazioni effettuate o le richieste di un certo utente;

- *pooling delle risorse*: le istanze delle risorse utilizzate (ad esempio le componenti software o le connessioni con i database), invece di essere create e distrutte nel corso dei singoli impieghi che se ne fanno, sono mantenute in memoria, in modo da aumentare le prestazioni complessive del sistema;
- *load balancing e fail over* (suddivisione del carico e gestione dei guasti): è possibile suddividere il carico tra più istanze dell'application server e automaticamente riconnettere tutti i client a un altro server nel caso di caduta di una macchina.

Le funzionalità sopra descritte sono utilizzate dalle componenti software ospitate dall'application server attraverso un insieme di interfacce, che prende il nome di *container API (Application Programming Interface)*. Questo approccio è differente rispetto a quello dei primi sistemi middleware (ad esempio CORBA, Microsoft COM/DCOM), dove l'invocazione di questi servizi si aveva mediante la chiamata esplicita di interfacce di basso livello. Con il nuovo approccio le funzionalità usate dalle singole componenti risultano, invece, configurabili attraverso strumenti di amministrazione offerti dall'application server. I due ambienti più diffusi, basati sull'uso di container API, sono *J2EE (Java 2 Enterprise Edition)* e *Microsoft COM+*: la maggior parte degli application server disponibili sul mercato offre, infatti, già il supporto dell'una o dell'altra tecnologia o si sta muovendo in questa direzione. L'uso di container API permette, inoltre, di offrire strumenti di amministrazione attraverso i quali semplificare notevolmente l'installazione e la messa a punto delle prestazioni delle applicazioni.

Le piattaforme di e-commerce che si poggiano su un application server sono costituite da un insieme di componenti software (modello di oggetti) che realizzano alcune delle caratteristiche funzionali tipiche richieste da un'applicazione di e-commerce (ad esempio, un componente fornito dalla piattaforma potrebbe offrire interfacce di alto livello per la gestione del catalogo, permettendo di definire e di creare nuovi prodotti o di effettuare operazioni di ricerca). In generale le funzionalità offerte possono variare notevolmente a seconda del contesto per cui è stata messa a punto la piattaforma (B2C e/o B2B) e anche da piattaforma a piattaforma. Le piattaforme che offrono una soluzione di tipo *make* si fermano a questo livello, offrendo un modello a oggetti con interfacce di alto livello, che rende più rapido ed efficiente lo sviluppo di applicazioni di e-commerce. Nel caso di prodotti finiti, *soluzione buy*, insieme ai componenti software viene, invece, fornita un'applicazione, con un insieme di funzionalità configurabili, che riduce notevolmente lo sforzo realizzativo; l'architettura modulare e flessibile offerta dagli application server rende, anche in questo caso, facilmente estendibile l'insieme di caratteristiche funzionali offerte, attraverso l'introduzione di propri componenti software aggiuntivi che estendano il modello di oggetti offerto dalla piattaforma.

STANDARD XML (EXTENSIBLE MARK-UP LANGUAGE) PER L'E- COMMERCE

Numerose organizzazioni sono oggi coinvolte nella definizione di standard XML per lo scambio di documenti commerciali tra aziende, con differenti prospettive e proposte per risolvere questo problema. Di seguito viene riportato un breve elenco delle iniziative di maggior rilievo.

Microsoft BizTalk (www.biztalk.org): l'iniziativa mette a disposizione un archivio, accessibile via web, contenente un insieme di duecentocinquanta XML Schema, organizzati in undici diversi settori industriali e forniti da più di cinquanta organizzazioni. Microsoft persegue l'ambizioso obiettivo di rendere l'archivio accessibile in tempo reale dalle applicazioni per il download degli Schema, ma il principale utilizzo del sito, ad oggi, è quello di ricercare e valutare gli Schema messi a disposizione, in un scenario tipo pagine gialle on-line. Per lo scambio dei messaggi è fornita una specifica relativa al protocollo di trasporto, comprendente la definizione di indirizzi fisici e logici e del formato di messaggi per una comunicazione punto-punto del tipo di richiesta-risposta. A supporto dell'iniziativa è offerto un prodotto, chiamato *BizTalk Server* (integrabile con la piattaforma Microsoft Commerce Server), che offre strumenti per la definizione dei propri Schema XML e delle regole per la conversione e l'elaborazione dei documenti inviati e ricevuti, insieme a facility per lo scambio di documenti attraverso differenti canali (HTTP, HTTPS, FTP, SMTP, DCOM, fax, ...).

OASIS (*Organization for the Advancement of Structured Information Standards*): l'iniziativa, nata nei primi mesi del 2000 e fatta propria da IBM, Oracle e SAP, propone in un ambiente *vendor-neutral* un'alternativa a BizTalk. Il sito web è accessibile da www.xml.org e raccoglie i link con più di cento organizzazioni coinvolte nella definizione di schemi XML, organizzati in quarantacinque categorie per tipologia di industria. Come per BizTalk, gli obiettivi sono molto ambiziosi, ma anche in questo caso il contesto reale è per ora quello di un servizio esclusivamente informativo o valutativo.

OBI (*Open Buying on the Internet*): si tratta di un Consorzio *vendor-neutral* (www.openbuy.org) che ha l'obiettivo di definire i principali standard legati ai processi di acquisto di alti volumi di beni e servizi indiretti di basso costo. Nato nel 1996 come Comitato, e passato nel 1998 sotto il controllo di CommerceNet, conta finora più di settanta membri. Lo standard OBI è per lo più basato su EDI e, solo ultimamente, ha cominciato a orientarsi verso l'introduzione di XML, prevista per le future versioni dello standard.

RosettaNet (www.rosettanet.org): fondata nel 1998 come Consorzio no-profit per lo sviluppo di standard relativi alla supply-chain del settore IT, comprende più di duecentocinquanta membri rappresentanti delle diverse tipologie di industrie del settore, tra cui IBM, Cisco, Intel e Lucent. L'obiettivo è quello di definire l'intero processo necessario per portare a termine una transazione; il dialogo tra partner commerciali viene chiamato

PIP (*Partner Interface Process*) e definisce le interfacce che devono essere sviluppate, comprendendo la specifica delle DTD usate nello scambio di documenti XML, i modelli UML alla base del processo, alcuni strumenti di convalida e una guida all'introduzione del sistema. Le specifiche e la documentazione sono disponibili liberamente sul sito web.

cXML (*commerce XML*): è uno standard nato nel marzo del 1999 e proposto da Ariba (www.ariba.com), che comprende la definizione di un insieme di DTD per lo scambio di cataloghi e per la gestione delle transazioni tra buyer e seller. Lo standard cXML si propone come complementare a quelli proposti da altri consorzi, compresi OBI e RosettaNet, e, alla fine del 1999, è stato integrato in BizTalk.

Commerce One CBL (*Component Business Library*): l'approccio di Commerce One (www.commerceone.com), risalente all'inizio del 1999, è stato quello di definire un insieme di componenti di business riutilizzabili (CBL) e comuni a differenti settori (un componente di questo tipo può, ad esempio, essere utilizzato per descrivere un contatto quale l'indirizzo di una persona o di un'azienda). I componenti possono essere definiti in termini di DTD o dell'XML Schema. In questo secondo caso sono gestiti i tre linguaggi più diffusi (SOX, XDR e XSDL). I documenti XML (ordini, ricevute, ...) sono costruiti combinando i componenti appropriati; l'ultima versione dello standard è stata progettata per mantenere la massima compatibilità con EDI.

3.2 XML ed e-commerce

L'uso di XML come tecnologia abilitante per l'integrazione di flussi informativi e applicazioni, all'interno di un'organizzazione e tra organizzazioni differenti è ormai ampiamente accettato e diffuso. In questo paragrafo sono riassunte le principali caratteristiche di tale tecnologia, presentando i motivi del suo successo e lo stato dell'arte nell'evoluzione degli standard che gravitano all'intorno e ponendo in particolare l'attenzione sull'uso di XML come un'evoluzione di EDI

(*Electronic Data Interchange*), per lo scambio di documenti commerciali tra differenti organizzazioni.

XML è uno standard di rappresentazione dei dati che consente di descrivere, all'interno di documenti di testo, sia la struttura con cui i dati sono rappresentati, sia gli stessi dati. In questo modo le informazioni contenute possono essere facilmente interpretate in uno scambio che avvenga su Internet tra un server e un client (si ha lo scambio e l'elaborazione di informazioni *machine-to-machine*).

Pur essendo per certi aspetti simile all'HTML, in

PROSPETTIVE EVOLUTIVE DI XML NEL CONTESTO E-BUSINESS

Grazie anche alla diffusione di XML come tecnologia condivisa per lo scambio e l'elaborazione dell'informazione, si sta affermando una nuova visione di Internet, in cui la rete viene ad essere costituita da un insieme di servizi *web* (*web Services*).

Essi sono accessibili in modo standard da programmi software (agenti che operano per conto dell'utente), in grado di identificare sulla rete i servizi richiesti (si pensi, ad esempio, a un servizio di pagamenti online o alla raccolta di ordini da parte di un fornitore) e di invocarli per ottenere i risultati desiderati: *SOAP* (*Simple Object Access Protocol*) e *UDDI* (*Universal Description, Discovery and Integration*) sono due dei protocolli emergenti in questo contesto.

SOAP è un protocollo che introduce un meccanismo flessibile per l'invocazione remota di procedure, *RPC* (*Remote Procedure Call*), basato su XML ed HTTP. La specifica è stata proposta, tra gli altri, da Microsoft e IBM nel maggio del 2000 al W3C, che sta ora lavorando alla definizione di uno standard basato su SOAP che prenderà il nome di *XP* (*XML Protocol*).

SOAP permette di realizzare servizi web di nuova generazione, accessibili in modo standard da applicazioni client tramite il protocollo HTTP; le interfacce offerte dai servizi web per l'accesso da parte di applicazioni vengono descritte attraverso un linguaggio che prende il nome di *WSDL* (*Web Services Description Language*). L'uso di XML e di HTTP, standard universalmente diffusi e implementati, rende *SOAP* particolarmente adatto alla realizzazione di un ambiente distribuito per l'integrazione di componenti software sviluppati su piattaforme eterogenee.

UDDI è un altro standard che permette alle applicazioni di cercare e trovare i servizi web su Internet.

UDDI conta tra i principali sostenitori Microsoft, IBM e Ariba, che lanciarono il progetto nel settembre del 2000.

L'interesse verso questo standard è andato via via crescendo, insieme al numero di sostenitori, che oggi sono più di duecentottanta.

UDDI è costituito da un insieme di specifiche per la descrizione del contesto di business (*business entity*), dell'insieme di servizi offerti (*business services*) e delle interfacce con cui un programma può invocarli. Per l'accesso alle informazioni è previsto l'uso di un servizio di directory distribuito, chiamato *UDDI business registry*, che funziona in modo analogo al sistema *DNS* (*Domain Name System*) finora usato per la risoluzione dei nomi su Internet.

Il *business registry* è costituito da un insieme di nodi distribuiti e paritari (chiamati *node operator*), che gestiscono le richieste di registrazione di servizi da parte di società interessate, che possono pubblicare:

- informazioni generali relative alla società (nome, contatti, indirizzo, e-mail, sito web, ...);
- descrizione del contesto di business (*business entity*) in cui operano;
- descrizione delle famiglie di servizi offerti (*business services*);
- informazioni necessarie per l'accesso ai singoli servizi pubblicati, comprendente il punto di accesso e le interfacce offerte (descritte attraverso *WSDL*).

La descrizione del contesto di business ed il raggruppamento dei servizi si basano sugli standard di classificazione dei diversi settori industriali, quali *NICS* (*North American Industry Classification Scheme*) e *UNSPSC* (*UNiversal Standard Products and Services Classification*) dell'ECMA, e sulla distribuzione geografica. L'accesso al registry avviene attraverso un insieme di API, basate su *SOAP* e *WSDL*, che servono a registrare ed

a cercare i servizi di interesse. Nel caso in cui il provider di un servizio non sia noto, è possibile effettuare delle ricerche sul registro (*registry*) in base alle caratteristiche del servizio desiderato.

La ricerca dei *business services* può avvenire attraverso l'uso di appositi agenti software, in grado di accedere al registry *UDDI* e di cercare il servizio descritto per conto dell'utente, reperendo anche le informazioni necessarie per il successivo accesso al servizio tramite *SOAP*. L'alternativa a questo approccio, probabilmente più verosimile a breve termine, è che la ricerca venga effettuata attraverso marketplace, che offrano motori di ricerca in grado di usare *UDDI* per fornire servizi a valore aggiunto.

Società come HP, IBM, Microsoft, Oracle e Sun stanno cercando di diventare punto di riferimento per quanto riguarda l'infrastruttura di base per la realizzazione della nuova generazione di *Web Services* precedentemente descritti.

Quest'obiettivo ha portato tutti a dichiarare, come parte della loro strategia, una completa adesione a *UDDI* e rappresenta sicuramente un punto di forza alla base dell'affermazione di questo standard.

Uno dei limiti nell'applicazione di *UDDI* risiede nella complessità delle strutture dati XML necessarie per descrivere esigenze anche molto differenti tra loro. *UDDI* si pone, infatti, l'obiettivo di essere un servizio globale per lo scambio di informazioni su tutti i possibili servizi di business.

Al momento non è chiaro quanto *UDDI* si sovrapponga ad altri standard e iniziative, come ad esempio *RosettaNet* e *Oasis*, o quanto piuttosto si presenti come complementare ad essi. Anche dal punto di vista tecnico esistono alcuni limiti, relativi alle problematiche di sincronizzazione delle informazioni, di modularità e scalabilità del sistema e di sicurezza nell'accesso alle informazioni, non ancora sufficientemente approfondite nell'attuale versione dello standard *UDDI*.

quanto entrambi i linguaggi sono basati su etichette (*tag*) e derivanti da una radice comune, l'*SGML* (*Standard Generalized Mark-up Language*), XML è concettualmente molto più complesso e potente.

In HTML, infatti, l'insieme dei tag e il loro significato è fisso ed è definito nello standard; esso serve per descrivere come le informazioni di una pagina web sono presentate dal browser all'utente. In XML non esiste, invece, un insieme predefinito di tag: la struttura di un documento XML (e quindi anche i tag utilizzati per identificare i diversi campi del documento) è definita attraverso un apposito linguaggio, chiamato *DTD* (*Document Type Definition*), basato sulla tipologia di informazioni che si vuole scambiare (diversi tag possono essere definiti, ad esempio, per identificare i campi di un ordine inviato a un fornitore: codice prodotto, prezzo, ...). Un altro aspetto importante di XML è la netta separazione tra i contenuti e la loro presentazione: i tag di un documento descrivono il contenuto, mentre le indicazioni sulla presentazione delle informazioni risiedono in un documento separato (*stylesheet*), che definisce lo stile con cui presentare e formattare i contenuti, attraverso un linguaggio chiamato *XSL* (*eXtensible Stylesheet Language*). In questo modo è possibile costruire modalità di presentazione differenti per gli stessi contenuti, nel caso in cui l'informazione debba essere visualizzata su differenti tipi di terminali (PC, cellulari, computer palmari, Personal Digital Assistant, ...).

Per l'evoluzione di XML, standard definito dal *W3C* (*World Wide Web Consortium*), sono in corso un certo numero di iniziative per la sostituzione del linguaggio DTD con un nuovo standard, che permetta di definire in maniera più flessibile le regole su cui è basata la struttura dei documenti XML. Nel nuovo standard queste regole prendono il nome di *Schema del documento* e, al contrario delle DTD, danno la possibilità di definire e controllare il tipo dei dati scambiati. Il W3C sta approntando una specifica che prende il nome di *XSDL* (*XML Schema Definition Language*); contemporaneamente diverse società hanno sviluppato versioni proprietarie di linguaggi per la definizione dello schema di un documento XML. Nel contesto dell'e-commerce B2B le due iniziative più rilevanti sono *XDR* (*XML Data Reduced*) presentato da Microsoft e *SOX* (*Schema for Object-oriented XML*) sostenuto da Commerce One.

La versatilità e l'estensibilità, la capacità di essere interpretato ed elaborato da programmi software e la semplice struttura a tag del linguaggio, facilmente leggibile anche dalle persone, sono i principali fattori del successo di XML (come sviluppo di EDI) per lo scambio di documenti commerciali. L'utilità di XML in questo contesto dipende molto dalla capacità delle aziende di condividere la struttura delle informazioni (DTD o Schema) da scambiare. Deve essere disponibile, in altre parole, un vocabolario comune, costituito

da un insieme di tag standard per lo scambio di informazioni, da utilizzare nei diversi contesti di business. Purtroppo, non è stato finora messo a punto uno standard condiviso e il proliferare di differenti DTD e schema XML aumenta notevolmente la complessità del processo di scambio di documenti commerciali, introducendo la necessità di gestire un numero elevato di conversioni per lo scambio di dati in formati differenti¹¹.

3.3 La sicurezza delle transazioni

Gli aspetti relativi alla sicurezza saranno approfonditi in articoli successivi, che saranno pubblicati nell'ambito di questo ciclo; in questa sezione sono descritti due casi particolari di gestione della sicurezza delle transazioni, relativi ai pagamenti on-line e alla vendita di beni digitali [5].

3.3.1 Pagamenti elettronici: il protocollo SET

Il protocollo *SET* (*Secure Electronic Transaction*) è costituito da un insieme di specifiche che consentono di effettuare pagamenti elettronici sicuri in una rete aperta come Internet, per natura, poco sicura. È stato sviluppato originariamente da Visa e Mastercard; oggi fanno parte del progetto grandi società come GTE, IBM, Microsoft, Netscape, RSA, Verisign.

Con il protocollo SET è possibile effettuare pagamenti sul web, utilizzando sistemi di pagamento come carte di credito, carte pre-pagate o bancomat, denominate nel loro insieme carte di pagamento. SET si basa su tecnologie standard come la crittografia a chiave asimmetrica, la firma elettronica ed i certificati digitali per garantire le seguenti proprietà:

- *riservatezza delle informazioni*: i dati trasmessi tra le parti coinvolte in una transazione economica non devono essere accessibili da altre parti;
- *integrità dei dati*: i dati trasmessi sulla rete non devono subire alterazioni;
- *autenticazione dell'acquirente*: il venditore deve essere sicuro dell'identità dell'acquirente e della validità della sua carta di pagamento;
- *autenticazione del venditore*: l'acquirente deve essere sicuro dell'identità del venditore;
- *interoperabilità*: l'esecuzione di una transazione deve essere indipendente dalle particolari caratteristiche di piattaforme hardware e software.

Il protocollo SET è indipendente dal protocollo di comunicazione utilizzato. Esso è stato pensato per poter essere inserito in un ambiente di comunicazione che consenta lo scambio di messaggi di lunghezza arbitraria. È perciò possibile introdurre SET a livello, ad esempio, HTTP, SMTP, TCP/IP.

3.3.2 Protezione e vendita di beni digitali

Un caso particolare di e-commerce è quello legato alla vendita di beni digitali e alla protezione del copyright dei beni acquistati (siano essi relativi a registrazioni musicali, film, libri, software o quant'altro). Gli aspetti di protezione del copyri-

⁽¹¹⁾ Si fa osservare che la difficoltà effettiva non è costituita dalla semplice traduzione dei "termini commerciali" (tag) utilizzati, quanto piuttosto dall'individuazione di un modello semantico condiviso per il processo di business.

ALCUNE TECNOLOGIE DI SICUREZZA NEI PROCESSI DELL'E-COMMERCE

Certificati digitali e firma elettronica

I certificati digitali sono l'elemento chiave di tutte le moderne tecnologie informatiche riguardanti la sicurezza. Il problema di Internet è che non si può mai con certezza sapere con chi si sta comunicando e a chi si stanno inviando informazioni. I certificati digitali risolvono questo problema: un'Autorità di certificazione, al di sopra delle parti, rilascia dei veri e propri certificati a chi ne faccia richiesta, dopo averne attestato l'identità. È possibile perciò presentare un certificato al proprio interlocutore che, controllandone la validità, può essere sicuro dell'identità della persona con cui sta dialogando o scambiando informazioni.

In una transazione, effettuata attraverso i certificati digitali, è possibile cifrare l'informazione scambiata in modo che risulti accessibile soltanto al destinatario e proteggere l'informazione trasmessa da modifiche garantendone l'autenticità. Le operazioni volte a garantirne l'autenticità dell'informazione e l'integrità, proteggendola da modifiche messe in atto da terzi, sono a tutti gli effetti equivalenti a una firma messa in calce a un documento cartaceo e prendono il nome di firma elettronica.

La tecnologia su cui si basano i certificati è quella della crittografia a chiave pubblica (o asimmetrica) e prevede l'associazione di una

coppia di chiavi, una pubblica e una privata, a ogni certificato. Il principio fondamentale su cui si basa la crittografia asimmetrica è che quanto viene cifrato con la chiave pubblica può essere decifrato soltanto con quella privata e viceversa. Le chiavi pubbliche sono note a tutti e possono essere usate per cifrare le informazioni, in modo da renderle accessibili soltanto al detentore del certificato (l'unico a conoscenza della chiave privata). La chiave privata, invece, viene usata per apporre una firma elettronica in grado di garantire l'autenticità e l'integrità del messaggio inviato: la firma è costituita da un *hash* univoco associato al contenuto del messaggio e cifrato con la propria chiave privata (questo permette a chiunque di verificare la firma apposta, utilizzando la corrispondente chiave pubblica).

I certificati hanno una validità temporale limitata e garantiscono l'identità di una figura in rete in quanto essi contengono una copia della chiave pubblica di tale entità, "controfirmata" digitalmente da una terza parte garante. Questa terza parte è in genere un Ente indipendente, pubblico o privato, chiamato *CA* (*Certification Authority*). Una volta che il certificato è scaduto, l'Ente garante ne emette uno nuovo e inserisce quello scaduto nella *CRL* (*Certificate Revocation List*). I certificati digitali seguono lo standard X.509 e contengono, oltre alla chiave pubblica dell'utente, varie informazioni tra cui il periodo di validità, il numero del certificato, il nome dell'utente e quello della CA emittente.

Il protocollo SSL

Il protocollo *SSL* (*Secure Socket Layer*) è lo standard usato per la sicurezza delle comunicazioni sul web ed è basato sull'uso di certificati digitali. La presenza sul server web di tale protocollo consente di instaurare tra il server in oggetto e il client un canale di comunicazione sicuro. I principali browser e i più diffusi programmi di posta elettronica gestiscono questo protocollo e permettono quindi di scambiare in modo sicuro le informazioni con un server abilitato.

Il protocollo SSL prevede la presenza di un certificato digitale che attesti l'identità del server con cui si effettua la comunicazione; il certificato è usato per instaurare un canale cifrato con il client, in modo che l'informazione scambiata non sia accessibile a terzi. La connessione SSL è largamente utilizzata per il trasferimento sul server di informazioni sensibili, quali ad esempio i dati relativi alla carta di credito con cui si effettua un pagamento on-line.

L'uso del solo protocollo SSL, secondo lo scenario descritto in precedenza, permette di verificare l'identità del server a cui vengono inviati i dati, ma non offre nessuna garanzia sull'identità del client: nel caso, ad esempio, di un acquisto on-line, il venditore non ha alcuna garanzia sull'identità di chi sta effettuando l'acquisto. Nel caso in cui anche il client abbia a disposizione un certificato, il protocollo SSL prevede la possibilità di utilizzare questo certificato per la verifica della sua identità.

ght e di tutela dei diritti d'autore vengono indicati con il termine *DRM* (*Digital Rights Management*); in seguito alla diffusione di Internet come mezzo per la distribuzione digitale dei contenuti e al nascere di fenomeni sempre più frequenti di pirateria (di cui *Napster* e la diffusione illegale di musica in formato mp3 rappresenta uno degli esempi più noti), il tema DRM è oggi al centro di frequenti dibattiti e proposte, che vedono naturalmente tra i principali artefici e sostenitori proprio i content provider (case editrici e industrie discografiche e cinematografiche).

In figura 7 è riportato un modello abbastanza generale del processo realizzato da un sistema DRM, comprendente l'intera catena di produzione, distribuzione e fruizione dei contenuti. Alla fase di produzione, nella quale si sceglie la codifica da utilizzare (si pensi, ad esempio, al formato MPEG-4 per i contenuti audiovisivi o ai formati e-book di Microsoft e Adobe nel caso di libri digitali), segue la protezione del contenuto (attraverso opportune tecniche di cifratura) e la definizione e l'associazione dei diritti (o licenze), che chiariscono i termini e le condizioni con cui il bene può essere utilizzato in seguito all'ac-

quisto. La definizione di queste condizioni dipende dal sistema impiegato; in generale, diverse tipologie di diritti (modalità di licenza) possono essere messe a disposizione del consumatore finale, permettendo l'acquisto di diverse licenze di fruizione: nel caso di

4. e-commerce: alcune tendenze evolutive

Come mostrato in precedenza, le tecnologie e-commerce spingono i processi di business delle aziende a rapidi adattamenti: le situazioni tradizionali di *supply chain*, consistevano sostanzialmente in un insieme di operazioni sequenziali dirette fra i diversi attori, in cui il cliente utente dialogava solo con il fornitore; il fornitore con l'intermediario; l'intermediario con il produttore del bene. Oggi si va verso modelli di interazione tipicamente a maglia, secondo cui ogni elemento della catena può interagire direttamente con tutti gli altri.

Questa nuova possibilità introduce un percorso evolutivo per cui ogni azienda mira a concentrarsi sul proprio core business, lasciando a terze parti alcuni ruoli della catena del valore (ad

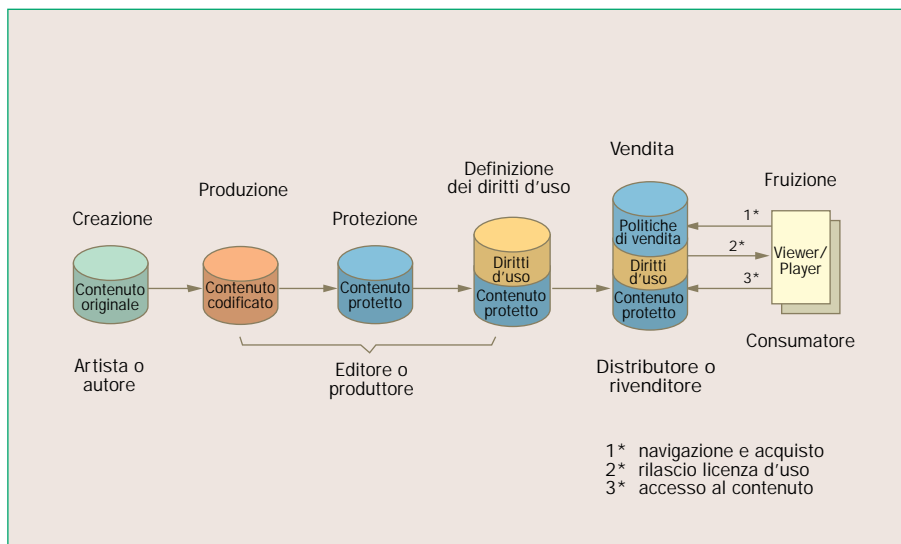


Figura 7 Processo di produzione, distribuzione e fruizione di un contenuto protetto.

un brano musicale si può, ad esempio, limitare il numero di volte o il periodo temporale in cui il brano può essere ascoltato. Nel caso di un libro digitale si può fornire o no la possibilità di stamparlo su carta.

In generale, un sistema DRM permette di definire i diritti d'uso per tutti gli attori della catena di distribuzione (distributori, rivenditori e consumatori finali); oltre alle licenze dirette al consumatore, si possono cioè definire anche licenze che abilitano alla distribuzione e alla vendita a terzi.

La fase finale comprende la messa in vendita da parte di un distributore o di un rivenditore e l'utilizzo di un client (viewer/player) che è integrato con i meccanismi di protezione della catena distributiva e che permette di utilizzare il contenuto soltanto sulla base dei diritti che sono stati acquistati. Le fasi di acquisto e fruizione dei contenuti sono mostrate in figura e prevedono il rilascio delle licenze d'uso al client soltanto in seguito all'acquisto. Avere a disposizione differenti modalità di licenza rende possibile definire nuovi modelli di vendita dei contenuti: nel caso della musica, ad esempio, è possibile mettere in vendita abbonamenti limitati nel tempo per l'ascolto di un certo numero di audizioni. Un concetto interessante - spesso introdotto nelle piattaforme DRM - è quello della *superdistribuzione*: se un contenuto non è utilizzabile senza licenza d'uso associata, è possibile il libero scambio dei contenuti tra gli utenti. Il tentativo di accesso ad un bene protetto, non acquistato, comporta il ritorno del client al sito del rivenditore o del distributore dove esso può acquistare la licenza.

esempio la logistica) e mantenendo una stretta interazione con esse all'interno della soluzione B2B. Questa tendenza spinge, in realtà, anche all'introduzione di nuove soluzioni di e-commerce più verticalizzate, all'interno delle quali sviluppare le proprie attività core, continuando a mantenere attive le funzionalità di interazione verso ambienti orizzontali (ad esempio, di marketplace).

Entrando più in particolare all'interno del B2B, le prospettive di sviluppo dell'e-procurement sono rese sicuramente più concrete dalla crescente disponibilità di nuove piattaforme tecnologiche, che semplificheranno ulteriormente il collegamento tra le infrastrutture informatiche dei diversi attori coinvolti, contribuendo significativamente all'ottimizzazione del processo di acquisto di beni strategici e a snellire gli acquisti MRO. In aggiunta è prevedibile che le funzionalità base di una soluzione di e-procurement si arricchiranno di nuove componenti transazionali (ad esempio le aste), oltre che di funzioni per attività collaborative.

Anche nel settore dei marketplace è concreta l'esigenza di disporre di nuovi modelli, che affiancheranno quelli più tradizionali di tipo orizzontale (Commerce One, Ariba, ...). In questo settore si diffonderà sempre più il modello di vertical marketplace, imperniato su settori verticali di produzione che in molti casi prenderanno la forma di micro marketplace, orientati alla soluzione di aspetti specifici di un'azienda o di comunità d'interessi (ad esempio distretti industriali). È da sottolineare che le scelte verso marketplace verticali introducono variabili gestionali e di costi che possono essere significative e che potrebbero essere

ALCUNI STANDARD E INIZIATIVE NEL CONTESTO DRM (DIGITAL RIGHTS MANAGEMENT)

Di seguito sono indicati sinteticamente alcuni standard ed iniziative nell'ambito DRM; si noti che al momento non esistono standard universalmente accettati e che queste sono solo alcune delle proposte più significative, selezionate in un panorama molto vasto e variegato.

XrML (eXtensible rights Markup Language): è uno degli standard emergenti per la definizione dei diritti d'uso associati a un contenuto digitale. La specifica XrML, proposta da Xerox, è aperta, disponibile gratuitamente per l'impiego (*royalty-free*) e ha il supporto di alcuni importanti player protagonisti del settore (tra gli altri Adobe e Microsoft). La specifica permette di proteggere diversi tipi di contenuti (libri, film, musica e giochi) e permette di definire i diritti associati alle singole parti di un'opera, consentendo di definire per ognuna di esse anche le informazioni necessarie per effettuare la transazione economica tra le parti coinvolte.

EBX (Electronic Book Exchange): è stato proposto per offrire un supporto sicuro a tutta la catena di distribuzione di libri in formato digitale (*e-book*) ed è impiegato come protocollo per il trasferimento dei diritti d'uso in modo sicuro tra due entità (dall'editore al distributore, dal distributore al rivenditore e dal rivenditore al consumatore finale). Il principio generale su cui si basa - simile a quello di molti sistemi DRM - prevede l'uso di una doppia coppia di chiavi, una simmetrica e una asimmetrica. La prima è utilizzata per cifrare il contenuto della pubblicazione; la seconda per generare un certificato digitale per l'identificazione del sistema su cui occorre trasferire la licenza d'uso (il certificato viene associato al sistema EBX dell'azienda che lo ha fornito). La chiave pubblica del certificato è usata per proteggere il trasferimento della ricevuta (*voucher*), contenente la chiave simmetrica per decifrare il contenuto ed i diritti acquistati sul libro (ad esempio, "cedibile", "stampabile", "prestable"). Il voucher è memorizzato in modo protetto sul sistema certificato EBX e può essere modificato dal sistema che lo ha memorizzato in base all'uso che si fa del contenuto (ad esempio, quando un distributore trasferisce un e-book a un'altra

entità, il suo software EBX riduce corrispondentemente il numero di copie disponibili nel voucher).

SDMI (Secure Digital Music Initiative): comprende più di centottanta aziende e organizzazioni che rappresentano sia i fornitori di tecnologie che l'industria discografica e ha l'obiettivo di definire un insieme di requisiti funzionali e linee guida nel settore delle tecnologie di protezione per distribuire, memorizzare e riprodurre contenuti musicali.

MPEG IPMP (Moving Pictures Experts Group Intellectual Property Management and Protection): si tratta di un'iniziativa che, nell'ambito dei gruppi di standardizzazione MPEG, mira a definire un sistema DRM aperto, in grado di garantire l'interoperabilità tra applicazioni, dispositivi e sistemi differenti. L'architettura proposta definisce un insieme di interfacce standard che permettono l'accesso a contenuti che utilizzano sistemi di protezione (IPMP System) offerti da diversi fornitori. Le interfacce definite sono due: una relativa ai servizi applicativi che devono interagire con i contenuti protetti (Application Services API) e una per il download dei sistemi IPMP e delle regole usate per decifrare il contenuto (IPMP Services API).

ulteriormente accentuate nel caso di micro-marketplace.

Anche il settore B2C, pur con gli impatti negativi determinati dalla fase critica in cui versano le dotcom, sarà oggetto di un'evoluzione positiva, seppure con percentuali di crescita inferiori a quanto si ipotizza per il B2B.

La spinta maggiore sarà quindi data proprio dalle aziende che, oltre a utilizzare queste soluzioni per la vendita on-line, le utilizzeranno come un importante mezzo per fidelizzare il cliente finale.

5. Conclusioni

L'articolo puntualizza gli aspetti tecnologici, architeturali e funzionali presenti, o previsti nel prossimo futuro come evoluzioni, per le soluzioni di e-commerce B2B e B2C, con l'obiettivo di contri-

buire alla formazione di un quadro armonizzato delle funzioni richieste e degli standard tecnologici di riferimento, oltre che di fornire un contributo alla comprensione dei processi presenti nella fase di scelta di una soluzione di e-commerce. Tra i punti trattati sembra opportuno richiamare l'aspetto di standardizzazione, di rilievo per la scelta di soluzioni in grado di garantire l'evoluzione del proprio modello di e-commerce, che sarà sempre più al centro di crescenti interazioni con i modelli di business adottati da altri attori della catena (fornitori, acquirenti, ...).

Un altro elemento di rilievo, sottolineato nell'articolo, riguarda l'evoluzione dei servizi di marketplace verso un modello in cui i servizi non sono necessariamente concentrati in un unico punto, ma sono offerti da un insieme di marketplace connessi tra loro in rete.

Questo è il risultato di una tendenza in atto per

Tendenze nell'e-commerce: case study

"Marketplace di distretto per PMI"

I distretti industriali sono sistemi distribuiti di imprese di piccole dimensioni che hanno sviluppato competenze specializzate raggiungendo un vantaggio competitivo costruito sulla flessibilità e sulla personalizzazione dei prodotti in stretta collaborazione con i clienti. Si è in presenza di un modello di business funzionante su cui si sente la necessità di intervenire per coprire nuove funzionalità di collaborazione, dirette essenzialmente alle ottimizzazioni dei processi di aggregazione dei bisogni e alla possibilità di disporre di servizi per la cooperazione, sia con aziende interne che esterne al distretto [6].

Il contesto delle esigenze trova risposta nei servizi di marketplace verticali dotati di funzionalità che consentano alle aziende del distretto di:

- aggregare le richieste di acquisto di beni diretti ed indiretti, per aumentare il potere di acquisto e di contrattazione con i fornitori;
- offrire la capacità produttiva e la loro produzione a imprese esterne al distretto;
- essere maggiormente visibili e condividere i costi di comunicazione, per conquistare quote di mercato aggiuntive.

La figura A illustra una soluzione prototipale sviluppata da TILAB contenente funzionalità applicative di supporto alle richieste sopra indicate.



Figura A Soluzione prototipale di portale per distretto industriale.

cui da marketplace orizzontali e generalisti si va verso soluzioni verticali, con crescenti funzioni legate alle transazioni e di tipo collaborativo; proprio le funzioni collaborative, a supporto delle transazioni e ancor più dei processi di *fulfillment* (acquisizione dell'ordine, preparazione del prodotto, spedizione, ...), registreranno un trend di crescita significativo a supporto di nuovi modi di fare e-business quali, ad esempio, forme di aggregazione degli

acquisti, vendita di capacità produttiva e gestione dell'inventario [7].

Dal punto di vista degli acquirenti, le evoluzioni saranno particolarmente significative nella direzione di individuare soluzioni che favoriscano la riduzione di costi, attraverso adeguati strumenti di ricerca e di comparazione dei prodotti e mediante strumenti in grado di monitorare in modo appropriato i processi che caratterizzano le attività di business.

Abbreviazioni

API	Application Programming Interface
ASP	Active Server Pages
B2B	Business to Business
B2C	Business to Consumer
CA	Certification Authority
CBL	Component Business Library
C2C	Consumer to Consumer
CRL	Certificate Revocation List
CSP	Commercial Service Provider
DCOM	Distributed Common Object Model
DNS	Domain Name System
DRM	Digital Rights Management
DTD	Document Type Definition
EBX	Electronic Book eXchange
EDI	Electronic Data Interchange
ERP	Enterprise Resource Planning
FTP	File Transfer Protocol
HTML	Hyper Text Markup Language
HTTP	HyperText Transfer Protocol
HTTPS	HTTP Secure
IPMP	Intellectual Property Management and Protection
ISP	Internet Service Provider
J2EE	Java 2 Enterprise Edition
JSP	Java Server Pages
LAN	Local Area Network
MPEG	Moving Pictures Experts Group
MRO	Maintenance, Repair and Operations
MRP	Material Requirements Planning
NICS	North American Industry Classification Scheme
OASIS	Organization for the Advancement of Structured Information Standards
OBI	Open Buying on the Internet
PIP	Partner Interface Process
RdA	Richiesta di Acquisto
RFI	Request For Information
RFP	Request For Proposal
RFQ	Request For Quotation
RPC	Remote Procedure Call
SDMI	Secure Digital Music Initiative
SET	Secure Electronic Transaction
SGML	Standard Generalized Mark-up Language
SMTP	Simple Mail Transfer Protocol
SOAP	Simple Object Access Protocol
SOX	Schema for Object-oriented XML
SSL	Secure Socket Layer
TCP/IP	Transmission Control Protocol over Internet Protocol
UDDI	Universal Description, Discovery and Integration
UNSPSC	UNiversal Standard Products and Services Classification
WML	Wireless Markup Language
WSDL	Web Services Description Language
W3C	World Wide Web Consortium
XDR	XML Data Reduced
XML	eXtensible Mark-up Language
XrML	eXtensible rights Mark-up Language
XSDL	XML Schema Definition Language
XSL	eXtensible Stylesheet Language

Bibliografia

- [1] Norris, M.; West, S.; Gaughan, K.: *E-Business essentials - Technology and network requirement for the e-marketplace*. Wiley, 1999.
- [2] Vollmann, T.E.; Cordon, C.; Heikkila, J.: *Teaching Supply Chain Management to Business Executives*. «Production and Operations Management», Vol. 9, n. 1, primavera 2000.
- [3] *Evaluates B2B E-Procurement. Guide to the evaluations*, Ovum 2001.
- [4] *EMarketplace face the law*. The Forrester Report (www.forrester.com), 2000.
- [5] Greenstein, M.; Feiman, T.M.: *Electronic commerce: Security, Risk Management and Control*. McGraw-Hill Higher Educational, Irwin, 2000.
- [6] Bianchi, A.; Bottacin, P.: *E-commerce e piccole e medie imprese: opportunità e specificità*. Su questo stesso numero del «Notiziario Tecnico Telecom Italia».
- [7] *E-business: realtà e prospettive*. Rapporto Federcomin, ottobre 2001.



Pino Castrogiovanni si è laureato in Scienze dell'Informazione presso l'Università degli Studi di Torino nel 1999, ed è entrato in CSELT (oggi TILAB) nello stesso anno. Dopo un periodo iniziale di attività inerenti lo studio e la realizzazione di servizi di videocomunicazione su reti IP, con particolare attenzione alle problematiche di qualità del servizio, a partire dal 2000 è entrato a far parte dell'area di ricerca "Applicazioni verticali ed e-commerce", dove ricopre il ruolo di System Expert. È ora impegnato nello studio e nella realizzazione di soluzioni di e-commerce orientate al settore PMI ed alla vendita di beni digitali.



Paolo Magliano si è laureato in Ingegneria Elettronica presso l'Università degli studi di Salerno. Nel 2001 è entrato in CSELT (oggi TILAB), presso l'area "Applicazioni verticali ed e-commerce" dove ha condotto studi su sistemi di e-procurement, e-marketplace, e-mall. In particolare si è occupato di progettazione di portali Internet di tipo B2B e B2C. Ha partecipato alla realizzazione di progetti di e-procurement in tecnologia SAP ed Oracle. È ora responsabile di taskforce in un progetto Eurescom.



Antonio Sciarappa si è laureato in Ingegneria Elettronica presso il Politecnico di Torino. È entrato in CSELT (oggi TILAB) nel 1974, dove ha condotto studi nel campo del segnale televisivo e dei terminali multimediali. Successivamente, come responsabile di linea di ricerca nel settore dei dati e dei servizi telematici, ha proseguito gli studi sulle applicazioni, in ambiente fisso e mobile collegate alle problematiche di qualità e di usabilità. Dal 1999 è responsabile dell'area di ricerca "Applicazioni verticali ed e-commerce" all'interno della quale segue le attività di studio e di sviluppo di soluzioni sistemiche ed applicative orientate all'e-business. Responsabile di progetti di ricerca nazionali ed europei, collabora con i settori della Commissione Europea preposti alla definizione dei programmi di ricerca.

e-commerce e piccole e medie imprese: opportunità e specificità

ANNAFLAVIA BIANCHI
PAOLO BOTTACIN

Il contributo è centrato su opportunità, minacce e ostacoli all'accesso e all'uso efficace di tecnologie di rete e di soluzioni di commercio elettronico da parte delle PMI (Piccole e Medie Imprese) nei processi interni a ciascuna impresa ma soprattutto nelle relazioni con altre imprese operanti a monte o a valle del processo produttivo fino al mercato finale.

Strategie perseguite: contenimento dei costi, crescita dell'efficienza, miglior posizionamento competitivo e acquisizione di nuovi mercati; ma anche ampliamento delle attività, avvio di nuove linee di business. Una novità di grande rilievo, soprattutto per le PMI, è la funzione di facilitatore delle interfacce e di interazione fra applicativi, svolta da Internet che, unita alla maggiore portata delle reti, permette alle imprese di utilizzare applicazioni e servizi ospitati e gestiti da terzi, gli ASP (Application Service Provider), sostenendo esse così, solo un costo legato all'impiego. Nel contributo vengono presentati dati sintetici relativi all'impiego di soluzioni di rete da parte di PMI in una trentina di aree distrettuali italiane. Le relazioni esistenti fra le imprese e la gestione di scambi informativi rappresentano il terreno privilegiato per lo sviluppo di applicazioni condivise, disponibili in rete. Per scegliere se e cosa adottare, ciascuna impresa dovrà poter confrontare costi diretti e indiretti con i benefici attesi. Fatte salve la varietà e la specificità di ciascuna impresa, le funzioni di cui i singoli processi sono composti presentano molti elementi in comune che sembrano giustificare un investimento in applicativi da proporre al mercato in forma condivisa, di particolare interesse per aggregati di piccole imprese con interessi comuni.

1. Introduzione

In quest'articolo sono riportate alcune riflessioni su opportunità, minacce e ostacoli che si presentano nell'introduzione e nell'impiego all'accesso e all'uso efficace delle tecnologie di rete e di soluzioni di commercio elettronico da parte delle PMI (Piccole e Medie Imprese). Nelle pagine seguenti si osserva l'e-commerce sotto diversi aspetti: anzitutto viene fatto riferimento al B2C (Business-to-Consumer) e al B2B (Business-to-Business). Si passa poi a esaminare l'e-business, che implica sempre una relazione commerciale, quando la sua utilizzazione non è limitata alla gestione di un processo interno a una singola impresa ma coinvolge nel processo più di un'impresa. È presentata, infine, la gestione delle transazioni e dei processi all'interno di una singola azienda, nell'ambiente circoscritto da essa governato e nel contesto territoriale - settoriale - sistema del valore-filiera cui la stessa azienda partecipa.

Le considerazioni qui di seguito esposte sono quindi basate sull'evoluzione consentita dal paradigma Internet, sul sensibile sviluppo di nuove applicazioni di tecnologie di rete, sul fiorire di nuovi fornitori di servizi e di nuovi intermediari on-line, sull'e-

mergere di nuove potenzialità di gestione, di relazione e di business sia per le attività già consolidate sia per quelle nuove. L'attenzione è rivolta, in particolare, alle aziende che operano nell'industria manifatturiera in settori tipici del "made in Italy". Queste aziende svolgono di rado la propria attività da sole, ma in genere sono inserite in un sistema di interazioni con altre imprese lungo filiere produttive e hanno così la capacità di generare relazioni e di essere coinvolte da altre aziende, italiane e non. Allo stesso tempo esse perseguono l'obiettivo di rivolgersi a mercati internazionali e si ripromettono di imboccare nuovi percorsi per la propria attività.

In questo quadro, soluzioni on-line possono rendere praticabili - e spesso agevolare - le strategie volte al contenimento dei costi, tramite la crescita dell'efficienza sia nel processo produttivo, sia nella gestione degli approvvigionamenti, sia anche nelle relazioni con il mercato, e possono anche favorire tutte le azioni tese a incrementare la quota di mercato tramite un miglior posizionamento competitivo e l'acquisizione di nuovi mercati.

Una seconda dimensione, connessa alle potenzialità delle tecnologie di rete, riguarda l'ampliamento delle attività svolte dalle imprese e l'avvio di nuove

	<5 addetti	5-250 addetti	>250 addetti	Totale imprese
n° imprese	400.000	150.000	1.400	551.400
n° addetti	800.000	2.900.000	1.200.000	4.900.000

Fonte: ISTAT, *Censimento intermedio 1996*, Roma

Tabella 1 *Imprese e addetti nel settore manifatturiero in Italia.*

linee di business in comparti prima inesplorati.

È una strada più audace e rischiosa, che richiede, per essere attuata, un contesto favorevole e che non è, d'altra parte, riservata solo alle nuove imprese, ma che può anche prendere le mosse dalla valorizzazione e dall'evoluzione di esperienze di successo in un percorso mirato a razionalizzare i processi e le relazioni in aziende tradizionali.

Una novità di grande rilievo, soprattutto per le PMI, riguarda poi l'universalità del protocollo di comunicazione di Internet. La funzione, infatti, di facilitatore delle interfacce e di interazione fra applicativi svolta da Internet, unita alla maggiore portata delle reti, ha permesso alle aziende di utilizzare applicazioni e servizi ospitati e gestiti da terzi, gli *ASP* (*Application Service Provider*), sostenendo esse così solo un costo legato all'impiego. Le relazioni esistenti fra le imprese e la gestione di scambi informativi, posti alla base delle attività di approvvigionamento, di processi produttivi - ai quali partecipano numerose imprese specializzate in singole fasi di produzione - e quelle di rapporto con il mercato, sia business che finale, rappresentano poi il terreno privilegiato per lo sviluppo di applicazioni condivise, disponibili in rete.

Fatte salve la varietà e la specificità di ciascuna impresa, le funzioni, di cui i singoli processi sono composti, presentano molti elementi in comune che sembrano giustificare un investimento in applicativi da proporre al mercato in forma condivisa. L'impiego

a) Italia					
Addetti	1-9	10-49	50-249	>250	Totale
Industria (%)	24,2	30,9	19,5	25,4	100
Costruzioni (%)	65	24,7	6,4	3,9	100
Servizi (%)	65	24,7	6,4	3,9	100
Totale (%)	47,6	21,3	11,4	19,7	100

b) Unione Europea					
Addetti	1-9	10-49	50-249	>250	Totale
Industria (%)	14,0	19,4	19,4	47,2	100
Costruzioni (%)	45,6	28,6	13,5	12,3	100
Servizi (%)	42,3	17,5	10	30,2	100
Totale (%)	33,2	19,3	13,5	34,0	100

Fonte: ISTAT (1999), *I conti degli italiani*, Roma

Tabella 2 *Distribuzione percentuale degli addetti, suddivisi per classi dimensionali e per macrosettori di attività.*

congiunto delle tecnologie di rete assume un particolare interesse sia per le imprese di piccole dimensioni - non pronte a sostenere alti investimenti in sistemi di cui difficilmente in anticipo riescono a quantificare i benefici - sia per gli aggregati di piccole imprese, già accomunati dall'appartenenza a uno stesso distretto, dalla vicinanza territoriale e dalla condivisione dei problemi relativi al settore in cui esse operano, o che fanno parte di una stessa filiera e che quindi condividono rapporti analoghi tra clienti e fornitori.

2. Caratteristiche distintive per le PMI: dimensione, organizzazione industriale e sistema di relazioni

Il sistema economico italiano è caratterizzato da una presenza di rilievo di PMI: più del 99 per cento del totale delle aziende opera, infatti, con meno di duecentocinquanta addetti, e, in particolare, nel settore manifatturiero le PMI assorbono il 75 per cento circa dell'occupazione (tabelle 1 e 2).

Le esigenze di comunicazione di un'impresa sono strettamente legate al tipo di attività da essa svolta, alle caratteristiche del settore, all'estensione del mercato nel quale essa opera e alla strategia competitiva adottata dall'azienda.

Le variabili che consentono da un punto di vista generale di entrare nel merito delle esigenze di comunicazione - e che sono in parte strutturali e in parte di relazioni e organizzative e, perciò, soggette a profonde modifiche causate dalle stesse scelte comunicative - sono:

- dimensione (fatturato e dipendenti);
- struttura organizzativa;
- complessità del ciclo di produzione;
- numerosità dei prodotti;
- distribuzione geografica della produzione ed estensione del mercato;
- grado di instabilità della domanda, e quindi legami con le strategie aziendali relative all'organizzazione della produzione e della distribuzione, all'accesso a nuovi mercati, ...;
- gestione sia di accordi di collaborazione con altre imprese sia di riorganizzazione dell'azienda provocata da processi di acquisizione;
- natura delle relazioni con i fornitori e con i clienti, sia quando questi ultimi operino in altre imprese sia nei casi in cui essi siano i consumatori finali;
- necessità di accesso a fonti di informazione su tecnologia, normative, mercati e concorrenti;
- stile di conduzione dell'impresa e, in particolare, di tipo centralizzato o decentrato;
- attività svolta dall'impresa: beni o servizi con grande o con limitata diffusione; attività di produzione, di ingegneria o di distribuzione; collaborazione con partner; trasferimento di conoscenze, ...;
- circuiti di distribuzione: diretta o indiretta, con ordini per corrispondenza o per telefono;
- tipo di beni prodotti: materiali (trasportabili in località distanti oppure deperibili, voluminosi, ...) o immateriali (basati sulla competenza e sulle conoscenze o, anche, sulla gestione di fondi o di informazioni).

2.1 Il concetto di filiera

Le opportunità offerte dalla gestione di processi on-line sono state rese più di frequente disponibili soprattutto ai grandi utilizzatori localizzati in aree urbane, in particolare in quelle metropolitane o nelle regioni più avanzate. Per le imprese di piccole dimensioni o disperse sul territorio, le opportunità fornite dalle tecnologie di rete - quali, ad esempio, il superamento delle barriere geografiche; l'*outsourcing* di funzioni aziendali; il decentramento di fasi di produzione; la decentralizzazione della fornitura di alcuni servizi pubblici; la maggiore efficienza nel gestire le modifiche della produzione per rispondere alla domanda - si sono manifestate, invece, accompagnate da forti pressioni e da minacce di esclusione dal settore di attività nel quale esse operano.

È utile, nell'analisi delle dinamiche che si determinano fra aziende, a fronte di nuovi strumenti di lavoro e di comunicazione in rete, far ricorso alla teoria della catena del valore di Porter o al concetto di filiera. In entrambi gli approcci sono anzitutto presi in esame i flussi di merci e di servizi fra imprese impegnate nello stesso processo produttivo; in secondo luogo la suddivisione di funzioni fra di esse e, infine, l'apporto di semilavorati, di componenti e di servizi da aziende

non appartenenti allo stesso settore di attività. In base all'esame di questi elementi, viene poi ricostruito il processo che va dal fornitore di materie prime all'utilizzatore finale. L'enfasi è posta sulle relazioni che intercorrono tra attori o agenti economici, e in particolare su legami e su rapporti di forza fra loro esistenti: *legami esterni* o verticali e *legami interni* a ciascuna impresa.

Secondo Porter, il livello macro di un sistema economico può essere rappresentato come un insieme complesso di *sistemi del valore* ciascuno dei quali consiste di una o più imprese fornitrici, produttrici, di trasporto e di unità acquirenti.

Mentre la Società industriale è basata su tecnologie legate ai processi produttivi che si svolgono all'interno di imprese, le relazioni che si stabiliscono nella Società dell'informazione sono relative a processi amministrativi ed a legami esterni e interni all'impresa. Ciò significa che quegli elementi (i singoli processi) oltre che isolati analiticamente - identificati come processi o funzioni con proprietà distinguibili l'una dall'altra, pur se svolti nello stesso ambito e dallo stesso soggetto - possono essere anche separati oggettivamente, svolti, cioè, da soggetti diversi e in ambiti o momenti diversi. Lo smembramento di nessi e funzioni comporta che l'*e-commerce* possa

La filiera e il distretto industriale

Il concetto di *filiera* prende corpo nella letteratura francese degli anni Settanta e si basa su un problema analizzato a partire dalla teoria dell'integrazione verticale. La filiera è un insieme articolato di attività economiche tra loro connesse, la cui integrazione è il risultato di articolazioni in termini di mercati, di tecnologie e di capitali. Diversi approcci hanno posto l'accento sulla dimensione tecnica, sulla strategia degli agenti economici, sulle potenzialità di intervento di politica industriale, sulla filiera come modalità di scomposizione e come analisi del sistema produttivo. Una stessa impresa può far parte di diverse filiere, se, ad esempio, ha un rapporto stabile di fornitura di beni o servizi che entrano a far parte integrante dei vari processi produttivi, ciascuno dei quali caratterizza una diversa filiera.

Il concetto di *distretto industriale*, elaborato da Alfred Marshall nel XIX secolo, è stato introdotto in Italia da Giacomo Becattini ed è stato ripreso e arricchito anzitutto da Sebastiano Brusco e, poi, adottato dagli economisti industriali e dagli economisti regionali italiani negli anni Settanta e Ottanta, dando origine a numerosi studi e approfondimenti molto utili per supplire alla mancanza di strumenti conoscitivi sufficientemente analitici, per poi entrare negli anni Novanta nel lessico comune politico-istituzionale del Paese. La definizione sintetica marshalliana di distretto industriale era quella di una *factory without walls*, di una fabbrica senza mura, sparsa sul territorio in un'area geografica delimitata e con una specializzazione settoriale. Una qualificazione ulteriore fornita da Becattini nel 1989 recita: "Definisco il distretto industriale come un'entità socio-territoriale caratterizzata dalla compresenza attiva, in un'area territoriale circoscritta, naturalisticamente e storicamente determinata, di una comunità di persone e di una popolazione di imprese". Le caratteristiche di maggior rilievo della popolazione di imprese sono: appartenenza al medesimo settore; dimensioni aziendali piccole o medie; raggruppamento nello stesso ambito geografico; divisione del lavoro in senso orizzontale e soprattutto verticale, resa possibile dalla scomponibilità dei processi produttivi; specializzazione; flessibilità; economie esterne di agglomerazione.

essere utilizzato per ricombinare legami all'interno di catene e di sistemi del valore in modo nuovo, attraversando e superando i tradizionali confini settoriali e geografici.

Per analizzare più in dettaglio le strutture organizzativo-relazionali fra PMI, si è utilizzato un ulteriore strumento di classificazione e di analisi: *il polo di specializzazione produttiva*. Con uno strumento messo a punto da *Future Centre* di Telecom Italia, in collaborazione con Consiel e denominato *Competitive M@p*, sono stati identificati nel sistema industriale italiano più di settecentocinquanta poli. Una parte di essi rappresenta una disaggregazione dei *distretti industriali* già noti. Un'altra parte consente di identificare microaree di specializzazione e di concentrazione geografica, permette di cogliere nuove dinamiche nei distretti e di identificare piccole multinazionali o piccole aree di specializzazione.

Settore di specializzazione nel distretto	Distretti	Addetti
Alimentari	17	109.528
Tessile - abbigliamento	69	733.514
Cuoio - calzature	27	198.274
Legno - mobili - arredamento	39	377.384
Metallurgia	1	2.354
Meccanica	32	588.364
Petrochimica	4	65.508
Carta - editoria	6	17.534
Oreficeria - strumenti di misura - giocattoli	4	81.341
Totale	199	2.173.801

Fonte: ISTAT, *Censimento intermedio 1996*, Roma

Tabella 3 Numero dei distretti industriali e degli addetti nelle unità locali facenti parte dei distretti, ripartiti per settore di specializzazione.

Ciascun polo contiene imprese con problematiche simili, alle quali, tramite i nuovi strumenti di comunicazione e di e-commerce, è possibile destinare strumenti condivisibili dagli utilizzatori in quanto rispondenti a un interesse comune.

2.2 Il distretto industriale

Molto è stato scritto sulla particolare organizzazione industriale con struttura locale, che è fiorita soprattutto nel contesto italiano del cosiddetto *NEC (Nord, Est e Centro)*, e che è caratterizzata da un'elevata suddivisione del lavoro e dall'articolazione del processo produttivo in fasi sempre più specializzate fra un insieme assai ampio di piccole imprese concentrate sul territorio. A questa impostazione produttiva corrisponde un mix propulsivo di competizione e di cooperazione e un'elevata flessibilità e tenacia, derivante da una significativa idea-progetto posta alla base di ciascuna micro-impresa. Questo tipo di organizzazione industriale è stato contrassegnato da un sensibile sviluppo negli anni Ottanta e da una progressiva trasformazione e apertura verso partner di

Aree	Distretti	Addetti
Nord-ovest	59	884.829
Nord-est	65	832.717
Centro	60	399.633
Sud	15	56.622
Totale	199	2.173.801

Fonte: ISTAT, *Censimento intermedio 1996*, Roma

Tabella 4 Localizzazione geografica dei distretti.

altre comunità, unita, negli anni Novanta, all'esigenza di conservare un profondo radicamento sul territorio.

I distretti industriali italiani - molti dei quali sono stati scelti come elemento di analisi da alcuni studiosi di economia industriale e di economia territoriale nel ventennio appena concluso - sono stati rilevati dall'ISTAT nel censimento intermedio del 1996 (tabella 3).

La quota di addetti impiegati in ambito distrettuale è di poco inferiore al 45 per cento del totale degli addetti operanti nell'industria manifatturiera.

Osservando la localizzazione geografica dei distretti (tabella 4), si ha una conferma dell'importanza del fenomeno dell'organizzazione industriale territoriale nelle regioni della cosiddetta *Terza Italia*: l'area del NEC.

Una quota rilevante delle imprese con meno di 250 addetti, operanti nel settore manifatturiero, è inserita in un contesto distrettuale. Gran parte di quelle rimanenti partecipa, invece, a una filiera produttiva come sub-fornitore di aziende medio-grandi. Una quota assai esigua di piccole imprese svolge la propria attività *in isolation*, fuori cioè da un contesto di relazioni con altre imprese ed effettua al proprio interno tutte le fasi di un intero processo di trasformazione: dalla materia prima o dal componente al prodotto destinato al mercato finale.

Le PMI, infatti, sono oggi caratterizzate da un frequente spostamento all'esterno di alcune o di molte attività produttive e, allo stesso tempo, sono tese a specializzarsi in modo da conseguire economie di scala su singole fasi di lavorazione.

La maggior parte delle PMI opera, quindi, in una filiera produttiva, all'interno della quale intesse relazioni con altre imprese che svolgono attività a monte ed a valle di quella da essa svolta. Proprio la rilevanza delle relazioni con altre imprese per le PMI rappresenta il punto di partenza per qualsiasi riflessione sul possibile impiego di tecnologie di rete, basate prevalentemente sull'efficacia di un tale utilizzo.

3. Individuazione degli obiettivi d'impresa

A questo punto nascono forse alcuni quesiti: quali cambiamenti sono ipotizzabili nella struttura delle transazioni e qual è l'influenza che, in conseguenza, si avrebbe sull'evoluzione delle relazioni fra imprese, mediate da strumenti elettronici nell'ambiente

	Approvvigionamento	Processo	Mercato
Obiettivi	<ul style="list-style-type: none"> migliorare la qualità della fornitura ridurre tempi e costi della fornitura aumentare la flessibilità ridurre gli investimenti logistici 	<ul style="list-style-type: none"> rendere disponibili i dati rendere flessibile la produzione ottimizzare le risorse co-progettare 	<ul style="list-style-type: none"> accrescere la visibilità fornire servizi innovativi fidelizzare il cliente aumentare il fatturato allargare il mercato
Interventi	<ul style="list-style-type: none"> accedere a mercati elettronici accedere ad aste elettroniche gestire l'intera catena della fornitura partecipare a borse di scambio monitorare gli avanzamenti delle forniture 	<ul style="list-style-type: none"> impiegare software gestionali (<i>extended enterprise resource planning</i>) integrare i sistemi (<i>system integration</i>) utilizzare un mediatore di messaggi (<i>message broker</i>) impiegare l'Extranet per gestire le attività affidate in outsourcing 	<ul style="list-style-type: none"> operare con un negozio virtuale operare con un mercato elettronico (<i>marketplace</i>) utilizzare un canale di vendita telematico creare un portale corporate introdurre e utilizzare un call center fornire servizi pre-vendita fornire servizi post-vendita

Fonte: Future Centre, Telecom Italia (2000)

Tabella 5 Percorso per individuare gli interventi più opportuni per rendere massimi lo sfruttamento e la raccolta delle opportunità offerte dalle tecnologie di rete.

Internet in rapida evoluzione?

Quali effetti attribuibili all'e-commerce, inteso in senso lato, si generano sulla maniera con cui i differenti partecipanti al mercato esercitano sul (o rispondono al) controllo dell'organizzazione e del funzionamento relativo alla catena del valore?

Quali effetti si hanno sui prezzi, sulla mobilità cioè, sulla capacità delle imprese di riposizionarsi nel proprio o in nuovi mercati, sulla possibilità e sulla capacità di partecipare, avviare o governare filiere produttive?

L'indagine preliminare, necessaria per valutare i potenziali benefici conseguibili con l'uso di tecnologie di rete e di applicativi on-line, riguarda l'identificazione delle priorità negli obiettivi che si ripromette ciascuna impresa e che perseguono i diversi aggregati di imprese e le reti di imprese alle quali essa partecipa, sul fronte delle tre principali direttrici (tabella 5):

- *approvvigionamento* - la gestione dei flussi in entrata e dei rapporti con i fornitori;
- *processo* - la pianificazione e il governo del processo produttivo, coerentemente con scelte, quali, ad esempio, quelle di decentramento, outsourcing e internazionalizzazione della produzione;
- *mercato* - la gestione della catena e della rete di distribuzione, l'attivazione di flussi di informazioni dal mercato e verso il mercato, la gestione dei contatti con i clienti - e cioè il *CRM (Customer Relationship Management)* - e l'arricchimento del prodotto con servizi.

La complessa articolazione di processi e di relazioni richiede poi una progressiva integrazione fra diversi livelli di gestione delle informazioni, sia di quelle scambiate fra le varie funzioni aziendali sia

delle informazioni che compongono la catena del valore delle diverse filiere produttive alle quali l'impresa partecipa. Si passa così dall'attività di progettazione o di co-progettazione, alla gestione degli acquisti (*supply chain management*, cioè alla gestione della logistica lungo l'intera catena degli acquisti), alla gestione della produzione, ai rapporti con la rete di distribuzione, alla gestione delle relazioni con il cliente (CRM).

Si diffondono poi programmi applicativi che impiegano il protocollo Internet e che consentono di effettuare una gestione integrata dei flussi informativi propri di ciascun'attività in un contesto caratterizzato da alleanze e cooperazione i cui tempi di selezione e di avvio e la cui durata sono sensibilmente più contenuti di quelli relativi alle azioni gestite con le tecniche tradizionali.

Con una certa semplificazione, l'impiego di Internet può essere rappresentato lungo due dimensioni: la *profondità* lungo la catena del valore e l'*ampiezza* verso nuove attività.

La *prima dimensione* corrisponde alla ricerca di razionalizzare e di reingegnerizzare i processi e le relazioni esistenti, con

l'obiettivo di contenere i costi e di ampliare le quote di mercato sulla base di attività già impostate: approvvigionamento, processo di produzione, mercato.

La *seconda dimensione* è, invece, indirizzata verso la sperimentazione di nuovi filoni di attività e verso la ricerca di nuovi partner, tramite l'utilizzo di nuovi intermediari on-line quali i mercati elettronici dotati di meccanismi di negoziazione (come le aste e le borse di scambio; l'ampliamento del numero di prodotti e servizi offerti) e, allo stesso tempo, a cercare di valorizzare e ampliare le capacità interne dell'impresa.

La distinzione fra le due dimensioni è in qualche modo fittizia, dato che in realtà l'attenzione verso obiettivi di riduzione dei costi e di ampliamento del mercato porta a imboccare un percorso che in qualche modo combina queste due finalità. È però utile mantenere le due dimensioni, proprio perché a ciascuna di esse corrispondono diversi ordini di priorità e un diverso peso da attribuire sia per le decisioni strategiche, sia per la riorganizzazione da attuare nell'impresa e nello stesso sistema più allargato nel quale opera l'azienda.

4. Declinazione delle opportunità

Per quanto riguarda le tecnologie di rete, s'intravedono da un punto di vista generale due tipi di obiettivi riguardanti i potenziali benefici: il primo legato alla ricerca di efficienza tramite una riduzione dei costi in una o più funzioni. Il secondo è invece orientato verso la ricerca della crescita dei ricavi tramite, ad esempio, l'accesso a nuovi mercati o l'avvio di nuove attività.

Le opportunità più interessanti per le imprese - derivanti dall'evoluzione delle tecnologie di rete -

Declinazione delle opportunità

Due obiettivi sono prioritari:

- ricerca di efficienza tramite una riduzione dei costi in una o più funzioni;
- individuazione della crescita dei ricavi tramite, ad esempio, l'accesso a nuovi mercati o l'avvio di nuove attività.

Gestire con strumenti elettronici le transazioni e gli scambi di flussi informativi sottostanti all'attività quotidiana della singola azienda.

Facilitare la gestione delle relazioni e il processo di selezione e di strutturazione, cioè dell'assetto organizzativo e delle relazioni fra imprese.

Entrare in contatto e cooperare con i propri clienti.

Garantire una visibilità sui mercati internazionali.

Acquisire forza di contrattazione negli acquisti.

Gestire la funzione logistica.

Garantire la presenza tempestiva sul mercato, la riduzione dei tempi di raggiungimento del mercato (*time to market*) in settori sensibili.

Accedere a risorse umane qualificate ed essere in grado di trattenerle.

riguardano la gestione con strumenti elettronici delle transazioni e degli scambi di flussi informativi sottostanti all'attività quotidiana della singola azienda.

Fra i termini che più di frequente ricorrono in proposito possono essere ricordati:

- *il commercio elettronico (e-commerce)*, e cioè qualsiasi forma di transazione commerciale di un prodotto o servizio, svolta elettronicamente a distanza utilizzando, perciò, i mezzi di comunicazione;
- *l'e-business* che è un concetto più ampio del precedente; sotto questa voce ricadono, infatti, anche le funzioni legate alla gestione interna dell'impresa;
- *il collaborative commerce (c-commerce)* che riguarda la collaborazione mediante strumenti elettronici tra il personale di un'impresa, i partner aziendali e i clienti nell'ambito di una *trading community* ovvero di un segmento industriale, di una *supply chain* o di una parte ad essa relativa, con l'intento di acquisire componenti o soluzioni di business;
- *il networking* e cioè la predisposizione di applicazioni di reti di comunicazione *web-based* per la condivisione, ad esempio, di dati, software, progettazione, impiego di tecnologie, gestione, servizi.

Si tratta, quindi, di strumenti che possono facilitare la gestione delle relazioni e il processo di selezione e di strutturazione, il governo cioè dell'assetto organizzativo e delle relazioni fra imprese. Se non si acquisiscono le potenzialità sopra indicate, si può essere scavalcati - e, perciò, esclusi - da concorrenti esistenti o nuovi che, proprio sfruttando le capacità di comunicazione innovative, riescono a entrare in contatto e a cooperare con i propri clienti.

Volendo fornire un quadro meno pessimistico di quello sopra presentato, può essere ricordata la perdita di alcune opportunità per l'impresa, quali, ad esempio, la riduzione dei costi o l'ampliamento del mercato, la diminuzione degli errori nelle forniture e quindi la maggiore soddisfazione dei clienti.

Anche in questo caso si giunge, però, a un analogo risultato: una progressiva perdita di competitività. Il portare all'esterno delle imprese attività *no core* consente poi di ottenere economie legate alla specializzazione ma determina un maggior onere nei costi di gestione (logistici, nelle transazioni e nei controlli).

D'altra parte, sono comuni a tutte le organizzazioni le difficoltà di scelta e di successiva graduale adozione delle tecnologie di rete, fino a pervenire a un loro impiego efficace. Le modifiche richiedono, infatti, uno sforzo di riallocazione delle risorse che, naturalmente, è più complesso da gestire in strutture di maggiori dimensioni e più complesse.

Le imprese più piccole, invece, non riescono spesso da sole a raggiungere la dimensione minima, in termini di risorse umane, competenze e disponibilità finanziarie, necessarie per investire nella ricerca iniziale, nello sviluppo o nella personalizzazione della soluzione e nella fase di scelta della soluzione, d'installazione e di messa in uso della particolare applicazione.

L'offerta di soluzioni e di applicativi gestionali si va orientando, solo in questi ultimi tempi, anche verso il tener presenti caratteristiche, esigenze e disponibilità delle piccole imprese, in quanto i forn-

tori di servizi e i produttori di software di comunicazione e di gestione hanno privilegiato, anche nel più recente passato, la fascia di mercato rappresentata da organizzazioni pubbliche e private di medie e di grandi dimensioni, e che quindi è più ricca e di maggior peso e, allo stesso tempo, meno dispersiva in quanto essa dispone di una maggiore centralizzazione dei punti decisionali.

Con l'evoluzione delle tecnologie di rete - grazie soprattutto allo sviluppo di Internet - l'offerta si è orientata oggi per rispondere sempre meglio alle richieste connesse alle dimensioni delle imprese più piccole, soprattutto con l'obiettivo di offrire un aiuto consistente per superare alcune difficoltà tipiche delle piccole imprese, quali quelle legate al raggiungimento di una massa critica per garantire, in particolare, una visibilità sui mercati internazionali (con l'imposizione e la difesa di un marchio); per acquisire forza di contrattazione negli acquisti (mediante l'individuazione di un parco di fornitori e il raggiungimento di una dimensione più ampia, vantaggiosa nella negoziazione); per gestire la funzione logistica (particolarmente rilevante in presenza sia di attività gestite in *outsourcing* - cioè affidate a soggetti terzi - sia di risorse frammentate), e, allo stesso tempo, per garantire la presenza tempestiva sul mercato, la riduzione dei tempi di raggiungimento del mercato (*time to market*) in settori particolarmente sensibili, quale, ad esempio, la moda; per accedere, infine, a risorse umane qualificate e per essere in grado di trattenerle, con la delocalizzazione delle unità produttive e mediante la formazione.

5. Valutazione dei costi diretti e indiretti a fronte dei benefici attesi (diretti e indiretti)

Se si considera una piccola impresa, essa si trova oggi nell'ormai frequente situazione di dover decidere se avviare l'impiego del commercio elettronico, e, quindi: di effettuare un certo investimento iniziale, e, in più, di dover sostenere alcuni oneri fissi per la gestione e l'aggiornamento, a fronte di una serie di vantaggi attesi in termini di riduzione di alcune voci di costo, e, allo stesso tempo, di poter cogliere maggiori opportunità di mercato.

Per prendere la decisione su basi razionali, l'azienda dovrebbe approntare una dettagliata analisi dei costi e dei benefici connessi all'investimento. Al termine di questo esame dovrebbe risultare abbastanza chiaro quale sia la scelta da effettuare. In tutto quanto si è esposto abbondano, però, i condizionali, in quanto la realtà è decisamente meno chiara della teoria.

Come già si è messo in luce, il commercio elettronico è, infatti, un concetto piuttosto variegato e per ogni sua declinazione si hanno differenti implicazioni in termini di opportunità dell'investimento. Per l'impresa sarebbe, quindi, di fondamentale importanza conoscere chiaramente fin dall'inizio l'obiettivo che essa persegue nel caso scelga di introdurre il commercio elettronico e anche di modificare o di ampliare il tipo di attività che intende svolgere in rete: in questo modo, infatti, sarebbe possibile stabilire con suffi-

cienti particolari i contorni della soluzione da adottare e sarebbe in conseguenza facilitata la valutazione delle opportunità che a essa si presentano.

In un campo ancora per buona parte da esplorare - come quello delle potenzialità insite nel commercio elettronico - è tuttavia particolarmente difficoltoso definire in maniera puntuale gli obiettivi perseguiti e le scelte possibili. È altresì probabile che un investimento, deciso inizialmente secondo determinati criteri, debba essere modificato in corso d'opera in seguito ai risultati ottenuti nei casi pratici.

Si hanno, poi, casi - probabilmente assai numerosi - nei quali la scelta di adottare soluzioni di e-commerce prescinde dai risultati di un confronto puntuale tra esborsi e introiti (o di minori costi), ma risponde a logiche strategiche che riguardano il complesso dell'intera attività dell'azienda. Un esempio è quello di una piccola impresa che viva con l'indotto di una grande azienda che, per una migliore gestione dei propri processi in entrata, imponga ai propri sub-fornitori di far migrare su web gli elementi di collaborazione tra le aziende. In questo caso, infatti, la scelta per la piccola impresa è in sostanza obbligata, pena il perdere d'un colpo il proprio mercato di riferimento.

Ma anche in casi meno vincolati, come quando, ad esempio, la dirigenza ritenga che la diffusione del web sia ormai una tendenza inarrestabile e che consideri perciò fondamentale, da un punto di vista strategico, impegnare l'azienda in maniera non marginale al raggiungimento di questo obiettivo, la scelta del commercio elettronico può essere non strettamente vincolata all'analisi dei costi-benefici.

L'analisi sarà magari effettuata in un secondo momento per individuare come introdurre effettivamente l'e-commerce nell'impresa, per scegliere poi le piattaforme più appropriate alla propria struttura organizzativa e così via.

Anche quando fossero chiari obiettivi e tipologia di soluzioni da adottare, non sempre è possibile quantificare con ragionevole certezza il diverso impatto - in positivo e in negativo - che si avrebbe sulla redditività di un'impresa a seguito dell'utilizzo del commercio elettronico. Nella valutazione di questi fattori si sarebbe, infatti, in presenza sempre di una componente qualitativa di entità non trascurabile, necessaria in particolare per individuare gli elementi di costo-beneficio.

Una procedura di questo tipo può essere non soddisfacente qualora l'impresa, prima di decidere, voglia conoscere la necessità di attuare modifiche ai processi aziendali e, in caso affermativo, quanto esse siano convenienti. Quando si passa poi a effettuare l'investimento ed a gestire l'attività, occorre sapere in anticipo, in base alle conoscenze legate alle valutazioni suddette, se e come è possibile ridurre il più possibile gli effetti causati da eventi imprevisibili.

I benefici che un'impresa ottiene, introducendo il commercio elettronico, nel senso ampio che abbiamo descritto all'inizio, possono essere raggruppati in tre classi: recupero di efficienza, benefici organizzativi e vantaggi diretti sul mercato.

Alla prima classe di benefici - *recupero di efficienza* - appartiene la voce già indicata più volte e relativa al contenimento dei costi imputabili alla gestione elet-

Valutazione dei costi diretti e indiretti a fronte dei benefici attesi (diretti e indiretti)

I benefici: recuperi di efficienza, benefici organizzativi e vantaggi diretti sul mercato.

Recupero di efficienza: contenimento dei costi imputabili alla gestione elettronica delle relazioni di affari: riduzione dell'uso di materiali di cancelleria, snellimento e automazione delle procedure di acquisto, diminuzione dei prezzi delle forniture, specie per gli acquisti di *MRO (Maintenance, Repair and Operations)*, snellimento delle procedure.

Benefici nell'organizzazione: generare sinergie con i propri corrispondenti, fornitori o clienti migliorare i tempi di risposta alle richieste del mercato, migliorare la visibilità sia verso il mercato sia verso la produzione, gestire in maniera centralizzata le informazioni per le strutture commerciali (cataloghi, informazioni tecniche, contratti, ...), evolvere verso strutture organizzative più distribuite e flessibili, potenziare le funzioni di assistenza pre e post-vendita ai clienti e quelle relative alla "fertilizzazione" del mercato.

Presenza sul mercato: ampliare i mercati di riferimento, utilizzare nuove leve per fidelizzare all'azienda i clienti (*customer retention*), incrementare il fatturato dei singoli clienti.

tronica delle relazioni di affari: riduzione dell'uso di materiali di cancelleria, snellimento e automazione delle procedure di acquisto, diminuzione dei prezzi delle forniture - specie per gli acquisti *MRO (Maintenance, Repair and Operations)* - grazie alla possibilità di poter meglio mettere a confronto tra loro le diverse offerte.

Per una piccola azienda queste voci hanno in genere un peso diverso rispetto a quello che assumono in una grande organizzazione, dove, spesso, solo la prima voce è sufficiente a giustificare l'investimento: se il numero di transazioni che si svolgono in un anno è inferiore anche di alcuni ordini di grandezza rispetto a quelli di un'impresa con dimensioni maggiori, la riduzione dei costi associati alla gestione elettronica delle transazioni diminuisce in proporzione.

Anche lo snellimento delle procedure può avere un'influenza sensibilmente inferiore a quella che si ha in grandi aziende, in quanto le strutture delle PMI in genere sono poco articolate. Nel quantificare i singoli fattori possono essere perciò utilizzati con difficoltà i valori citati frequentemente negli studi dei casi (si cita spesso, come esempio, il caso di una grande azienda tessile che solo grazie alla riduzione dei tempi di gestione degli ordini di acquisto ha ottenuto un contenimento dei costi del personale di circa 400 milioni di lire).

Questi studi, difatti, fanno in genere riferimento proprio all'impiego - ancor'oggi prevalente - del commercio elettronico, e riguardano casi relativi a imprese multinazionali o comunque di grandi dimensioni. Ma, se si pone una certa attenzione alla specifica struttura dell'azienda, anche da un punto di vista delle relazioni che essa ha stabilito con l'ambiente esterno, si può ricavare almeno un'idea sulla possibile rilevanza dei guadagni in efficienza.

Tra i *benefici organizzativi* di maggiore importanza va considerata la possibilità di generare, mediante la

gestione elettronica delle relazioni di business, sinergie con i propri corrispondenti - fornitori o clienti - a livello, ad esempio, di un miglioramento dei tempi di risposta alle richieste del mercato. Tramite l'impatto di applicativi di e-commerce può essere, in effetti, migliorata la visibilità sia verso il mercato sia verso la produzione, in modo da sincronizzare il più possibile le attività delle diverse imprese coinvolte nel processo di produzione e di distribuzione. Ma anche la possibilità, grazie al Web, di *gestire in maniera centralizzata le informazioni* per le strutture commerciali (cataloghi, informazioni tecniche, contratti, ...) e di renderle ovunque accessibili, può consentire di far evolvere le aziende verso nuove strutture organizzative, più distribuite e flessibili, oltre che meglio documentate. Lo spostamento, poi, della *gestione degli ordini di acquisto su web*, e quindi l'alleggerimento di quest'attività per gli agenti, consente di aumentare l'impegno delle risorse impiegate nelle funzioni di assistenza pre e post-vendita ai clienti, e in quelle relative alla "fertilizzazione" del mercato.

L'impatto del commercio elettronico, che spesso è indicato come quello che potenzialmente può avere una maggiore incidenza sulle piccole e medie imprese, riguarda la *presenza sul mercato*.

L'ampliamento dei mercati di riferimento, in assenza di strutture commerciali dislocate nelle diverse aree geografiche interessate, può, infatti, rappresentare con la presenza sul web, un'opportunità di rilievo, in particolare in alcuni settori, anche se i benefici non possono essere colti subito, specie nelle imprese non dotate di un marchio riconosciuto.

Un altro vantaggio potrebbe derivare dalla possibilità di utilizzare nuove leve, per fidelizzare all'azienda i clienti (*customer retention*), legate alla migliore accessibilità delle informazioni di loro interesse e alla fornitura di servizi accessori alla vendita, erogabili mediante web.

Un'ulteriore considerazione riguarda la possibilità di *incrementare il fatturato* dei singoli clienti, facendo leva sullo stimolo legato alla migliore interazione che è possibile instaurare con ciascuno di essi utilizzando il nuovo mezzo nei rapporti correnti.

Queste nuove possibilità potenziali richiedono, però, tutte un grande impegno dell'azienda per impiegarle al meglio: l'impresa deve, difatti, investire in misura rilevante in comunicazione, in modo da rendere visibile ai clienti - già acquisiti o potenziali - la propria presenza sul web e deve, allo stesso tempo, organizzare la propria attività in modo coerente con una forma di interazione con il mercato, nuova e di non facile gestione.

Ai benefici fin qui indicati vanno aggiunti quelli conseguibili quando si operi in una dimensione collettiva: in questo caso si gode, infatti, di *servizi rivolti a una comunità di interessi*. Si tratta di servizi - abilitati da applicativi di rete - gestiti da soggetti che seguono uno spirito imprenditoriale e che offrono una proposi-

tive; c) costi per ampliare i mercati.

Nei *costi tecnici* rientrano quelli necessari perché un'azienda si doti delle piattaforme tecnologiche e per garantirne un utilizzo corretto da parte dei dipendenti coinvolti dal cambiamento.

Si tratta, perciò, dei costi per:

- l'acquisizione di hardware e software (entrambi i costi possono essere contenuti, ricorrendo a servizi forniti dagli ASP);
- la progettazione della soluzione più rispondente alle necessità dell'impresa;
- l'accesso e per il traffico Internet;
- l'aggiornamento periodico delle soluzioni adottate;
- la gestione dei contenuti (*content management*) e, più in generale, per la gestione del web aziendale¹;
- l'introduzione di sistemi di sicurezza, connessi con le nuove modalità di interazione e di distribuzione di informazioni;
- la formazione degli utenti.

Suddivisione dei costi dell'e-commerce per le PMI

a) *Costi tecnici di avvio e a regime:*

- **l'acquisizione di hardware e software (entrambi i costi possono essere contenuti, ricorrendo a servizi forniti dagli ASP);**
- **la progettazione della soluzione più rispondente alle necessità dell'impresa;**
- **l'accesso e il traffico Internet;**
- **l'aggiornamento periodico delle soluzioni adottate;**
- **la gestione dei contenuti (*content management*) e, più in generale, la gestione del web aziendale;**
- **l'introduzione di sistemi di sicurezza, connessi con le nuove modalità di interazione e distribuzione di informazioni;**
- **la formazione degli utenti.**

b) *Costi legati alle ristrutturazioni organizzative:* cambiamenti nel modo di operare sia nei mercati di riferimento, sia nell'ambito della struttura organizzativa e relazionale dell'azienda; abilità nel gestire; rapidità di reazione; irrigidimento dei processi, legato alla codifica di tutte le attività necessarie per una loro gestione elettronica.

c) *Costi per ampliare i mercati:* incremento dei costi relativi alla logistica; gestione di relazioni, contratti, normative di contesti non del tutto noti; costi amministrativi; integrazione dei sistemi informativi propri con quelli dei partner (clienti e fornitori strategici); condivisione di informazioni sensibili che porta a *lock-in organizzativo*.

zione di valore che le imprese sono in grado di percepire come assai utile e che sono perciò disposte a pagare.

Se si passa ora a esaminare i costi connessi con il commercio elettronico, può essere osservato che essi possono essere distinti in: a) costi tecnici di avvio e a regime; b) costi legati alle ristrutturazioni organizza-

Quasi tutti questi elementi sono quantificabili, sia pure in maniera approssimata, una volta che siano

⁽¹⁾ Anche questi costi sono in genere meno elevati per le imprese che si orientano verso l'impiego di soluzioni offerte dagli ASP.

state individuate le necessità e gli obiettivi dell'azienda e dopo che sia stato deciso se dare in *outsourcing* la gestione a un ASP oppure se svolgerla all'interno dell'impresa, sostenendone i costi di licenza.

Molto più complessi da stimare sono invece i costi di *ristrutturazione organizzativa*, in quanto spesso sono il risultato - pressoché impossibile da valutare - di un insieme di cambiamenti nel modo di operare sia nei mercati di riferimento, sia nell'ambito della struttura organizzativa e relazionale dell'azienda; essi, tuttavia, vanno presi in considerazione quando si debba valutare l'opportunità di effettuare un investimento nel commercio elettronico.

I tempi del Web richiedono spesso una rapidità di reazione assai maggiore rispetto a quella richiesta per la gestione delle transazioni tramite relazioni personali dirette. L'operare in rete impone, allo stesso tempo, un certo irrigidimento dei processi, legato alla codifica di tutte le attività necessarie per una loro gestione elettronica². Operare poi su mercati distanti e non presidiati fisicamente può comportare un incremento dei costi relativi alla logistica e impone di gestire relazioni, contratti, normative proprie di contesti non del tutto noti. Si ha perciò un incremento dei costi amministrativi potenzialmente stimabili.

Se l'impresa, infine, si spinge più avanti, con l'adozione di soluzioni di e-business evoluto, che implicano l'integrazione dei sistemi informativi propri con quelli dei partner (clienti e fornitori strategici) e, al contempo, la condivisione di informazioni sensibili, essa va incontro a una sorta di *lock-in organizzativo*, in quanto l'intera organizzazione, i processi aziendali, le modalità di lavoro si modellano attorno a queste relazioni e, una volta che l'impresa decida di mutare le proprie scelte in termini di *partnership*, causano notevoli costi di ristrutturazione. L'insieme dei suddetti vincoli va, quindi, tenuto presente sia nel momento in cui si sceglie la piattaforma da utilizzare per gestire le proprie relazioni consolidate, sia quando si individuano i partner.

Data la difficoltà di ottenere una valutazione quantitativa, a integrazione dell'analisi dei costi e dei benefici e per facilitare il successivo controllo degli effetti degli investimenti eventualmente sostenuti, può essere utile ricorrere a una classificazione analitica dell'influenza della soluzione di e-commerce in termini di innovazioni da essa indotte nei macro-ambiti in cui possono essere suddivise le relazioni di business: preparazione della transazione (pubblicità, cataloghi, servizi informativi, negoziazione); completamento della transazione (acquisizione di ordini, fatturazione e pagamento, finanziamento, consegna e assistenza); uso delle informazioni relative alle transazioni come supporto alla produzione (raccolta delle informazioni sulle transazioni, gestione delle informa-

		Innovazioni generate dal commercio elettronico											
		Preparazione della transazione		Adempimento per la transazione			Supporto alla produzione						
		Pubblicità	Cataloghi	Info services	Negoziazione	Ordini	Fatture e pagamenti	Finanza	Consegna	Raccolta info sulle transazioni	Gestione delle informazioni	Analisi di mercato	Sviluppo del mercato
Innovazioni di prodotto	diversificazione												
	differenziazione												
	personalizzazione												
	Pacchettizzazione/offerta congiunta												
Innovazioni di processo	progettazione												
	logistica												
	linee di produzione												
	coordinamento e integrazione												
Innovazioni nelle relazioni	espansione geografica												
	segmentazione del mercato												
	fiducia												
	fidelizzazione												

Fonte: OECD-EBIP project 2000

Tabella 6 Matrice degli impianti dell'e-commerce sull'innovazione dell'impresa.

zioni, analisi di mercato, sviluppo del mercato).

Gli elementi fin qui descritti sono riproposti nella tabella 6 in formato di matrice: questa matrice è stata ideata ed è oggi utilizzata come strumento sintetico nell'ambito del progetto *EBIP (E-commerce Business Impact Project)* coordinato e promosso dall'*OCSE (Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico)* ai cui lavori gli autori di quest'articolo hanno partecipato come rappresentanti di Telecom Italia e ora in corso di conclusione.

Si tratta di un'analisi a livello internazionale che ha coinvolto dieci dei ventinove Paesi membri dell'*OCSE*, finalizzata a valutare l'impatto del commercio elettronico in alcune filiere produttive. Per l'Italia la partecipazione è stata coordinata dall'*ISTAT* con la collaborazione dell'*ABI (Associazione Bancaria Italiana)* e di *Future Centre Telecom Italia*.

A partire dalla classificazione proposta nelle colonne si può cercare di definire una misura dell'impatto, o al meno un *benchmark*, su cui verificare nel tempo i risultati. Per ciascuna innovazione considerata sono poi individuate le conseguenze di *secondo livello* proposte per ciascuna riga, sull'azienda in termini di innovazione rispettivamente di prodotto, di processo e nelle relazioni. Anche a questo stadio è possibile cercare di determinare alcuni idonei indicatori, anche se solo qualitativi, che consentano di stabilire se le aspettative siano state soddisfatte.

⁽²⁾ Qualora non si voglia estendere l'automazione oltre l'acquisizione degli ordini, l'operare in rete richiede una modifica dell'interfaccia tra il front-end elettronico e il back-end rimasto ancorato alle precedenti modalità operative. Anche quest'attività, necessaria per consentire l'interconnessione, ha, naturalmente, un costo.

Barriere all'accesso e ad un uso efficace dell'e-commerce per le PMI

- **Mantenere un potere negoziale e l'accesso a infrastrutture e servizi di qualità.**
- **Valutare costi e benefici effettivi di questi investimenti.**
- **Gestire l'operatività dopo aver introdotto le modifiche ad essa.**
- **Mantenere una sufficiente flessibilità operativa.**
- **Compiere uno sforzo di mappatura dei flussi informativi riguardanti le relazioni commerciali (acquisti, vendite, transazione, servizi post-vendita o reclami).**
- **Mantenere una costanza di aggiornamento del sito e con continuità l'operatività (h24 per 7 giorni).**
- **Dedicare risorse a strutture di CRM (Customer Relationship Management) per rendere produttivi gli investimenti in e-commerce.**

Questo procedimento richiede di conoscere con chiarezza la struttura dei processi interessati dal commercio elettronico e il ruolo che esso potrebbe giocare. Dovrebbe anche essere individuata la mappa dei nessi tra le componenti delle transazioni commerciali e gli elementi della strategia dell'impresa (legati, come si è detto, a prodotto, processo, relazioni).

Proprio questo esame potrebbe mettere in luce la principale utilità della procedura e, dunque, consentire a chi deve decidere, di analizzare le diverse possibilità in maniera il più possibile rigorosa ed esaustiva.

Lo strumento, di cui la tabella 6 fornisce una rappresentazione sintetica, si è rivelato al momento un'utile griglia di lettura della realtà. Esso ha anche permesso di mettere in evidenza come le imprese, nelle scelte da esse operate in quest'ambito, abbiano ancora un approccio per certi versi *naïf* che può essere tuttavia giustificato, se si considera la grande incertezza che tuttora caratterizza molte affermazioni relative al ruolo del commercio elettronico.

Per molte imprese - e in particolare per quelle più piccole e con minore disponibilità finanziaria - l'impossibilità di dimostrare la redditività di un investimento in e-commerce è già di per sé motivo sufficiente, quantomeno per rinviare la decisione a un momento successivo - quando cioè fossero disponibili informazioni più attendibili sulle effettive potenzialità di ciascuna di queste soluzioni - scegliendo, quindi, di indirizzare gli investimenti in altre direzioni dove appare oggi evidente l'utilità di business.

Per la generalità delle imprese piccole e medie, la complessità delle tematiche da affrontare è comunque motivo di grande prudenza e, in alcuni casi, di diffidenza, che, affiancata al convincimento sempre più diffuso che in ogni caso, per questioni di immagine, "sia importante esserci", produce una condizione in cui le vetrine web aziendali si moltiplicano senza che la scelta si rifletta in un reale orientamento dell'azienda a operare con Internet.

6. Difficoltà o barriere all'accesso, all'uso e all'uso efficace per le PMI (e per quali PMI)

L'adozione di soluzioni di commercio elettronico da parte delle piccole e medie imprese si scontra con una serie di difficoltà in parte valide *tout court* per le imprese nel loro insieme, in parte legate alla dimensione di ciascuna di esse. Uno dei motivi per cui le imprese - e più in particolare le PMI - sono ancora restie a investire per spostare parte delle relazioni con il proprio mercato sulla rete, è legato alla complessità già citata di valutare costi e benefici effettivi di tali investimenti.

Sono presenti anche altri freni all'utilizzo del commercio elettronico, che possono entrare in gioco sia nella fase decisionale sull'opportunità di impiegare l'e-commerce correntemente, sia quando, dopo aver effettuato l'investimento, l'impresa si trovi a doverne gestire l'operatività.

Quando, infatti, deve essere presa questa decisione, un problema che assume ancora un certo rilievo riguarda la scarsa adattabilità delle piattaforme tecnologiche e dei modelli di business, tipici del commercio elettronico in questo stadio di sviluppo, alle specifiche caratteristiche delle imprese di dimensioni ridotte. Per i costi, ma anche per la necessità di impiegare un sistema informativo che integri il più possibile le varie attività dell'azienda, la maggior parte delle soluzioni di e-commerce sono, infatti, ritagliate ancor'oggi sul modello della grande industria e sono quindi sovradimensionate rispetto a strutture con dimensioni spesso assai ridotte e finora molto spesso poco informatizzate.

Un'idea sul tipo di "ambiente informatico" caratteristico delle PMI può venire dai dati della recente rilevazione del ricco osservatorio di *TEDIS-VIU (Technologies in Distributed Intelligence Systems-Venice International University)*³ effettuata su una popolazione di circa mille imprese appartenenti a distretti industriali del centro-nord d'Italia che hanno un fatturato superiore a 10 miliardi di lire l'anno (non sono state quindi considerate le imprese con dimensioni inferiori): tra queste aziende, a fronte di un 93 per cento che utilizza la posta elettronica - magari solo

con un unico indirizzo aziendale - e un 70 per cento che possiede almeno una pagina web, solo il 20 per cento ha adottato un sistema *ERP* (*Enterprise Resource Planning*) e il 10 per cento utilizza strumenti di *groupware*. In un simile contesto il commercio elettronico è naturalmente pressoché assente: in realtà solo l'1,3 per cento delle aziende oggetto di analisi ne ha fatto uso. Sono del pari pressoché assenti applicativi per la gestione delle relazioni con i clienti CRM, o per quella relativa alla catena di approvvigionamento e di produzione decentrata *SCM* (*Supply Chain Management*), ovvero di applicativi per la gestione del magazzino (*data warehouse*) e simili.

Questi dati vanno presi, naturalmente, con cautela in quanto si riferiscono a una porzione limitata dell'intera popolazione delle PMI: si considerano, infatti, solo le imprese con dimensioni maggiori, che operano all'interno di distretti industriali⁴. In questo modo sono trascurate, almeno in parte, le aziende che operano all'interno di filiere produttive e che sono guidate da grandi imprese⁵.

In un simile contesto appare chiaro come il mercato delle piccole e medie imprese richieda un approccio graduale e modulare dell'offerta. Se in questa classe di imprese l'uso dell'informatica è generalmente limitato, è difficile ipotizzare che esse siano interessate a proposte che prevedano di spostare *in toto* (o anche solo in misura rilevante) la propria attività su strumenti elettronici. È, invece, probabilmente opportuno procedere con passi graduali, verificando l'utilità delle soluzioni informatiche in specifici contesti della vita aziendale e con applicativi che consentano di mantenere - almeno inizialmente - una sufficiente flessibilità operativa.

Nelle imprese molto piccole queste difficoltà possono anche far sorgere il sospetto sull'utilità di affrontare a livello aziendale la gestione dei problemi connessi con l'adozione del commercio elettronico. Le stesse difficoltà risultano naturalmente sempre meno onerose con il crescere delle dimensioni dell'impresa.

Una volta individuata una soluzione rispondente alle esigenze dell'impresa e dopo aver deciso l'investimento, si presentano spesso una serie di problemi che possono portare a uno scollamento tra i risultati attesi e quelli poi in realtà riscontrati.

Nell'ambito della relazione con il cliente o con il fornitore, il commercio elettronico può incidere in misura

significativa proprio lì dove si definiscono le dimensioni fondamentali dello scambio (caratteristiche dei beni o dei servizi, prezzo, condizioni di consegna); e, in questo contesto, l'e-commerce impone di modificare la maniera di comunicare rischiando di sottovalutarne i riflessi e la portata che assume all'interno dell'azienda.

Non considerare fino in fondo la grande differenza tra la gestione di relazioni di business fatta di persona e la medesima gestione mediata da strumenti elettronici, rischia di ridurre in misura considerevole l'utilità del commercio elettronico e potrebbe anche danneggiare la stessa attività dell'impresa.

Prescindendo dai soggetti coinvolti, una qualsiasi comunicazione mediata da strumenti elettronici, manca, infatti, di tutte quelle componenti "di contesto" e verbali che spesso contribuiscono in misura considerevole a facilitare gli scambi. Nonostante nelle relazioni di affari queste componenti possano rivestire un'importanza minore rispetto ad altri ambiti, l'impossibilità di trasporre su un mezzo elettronico l'intero contenuto di una trattativa faccia a faccia può comportare, ad esempio, una cattiva comprensione dei termini della contrattazione tra le due parti, e può causare, di conseguenza, la necessità di rivederne le clausole. Essa può anche impedire il raggiungimento di un accordo o indurre le controparti a non proseguire una collaborazione in quanto la scarsa "qualità" della comunicazione potrebbe causare un giudizio negativo sull'azienda che prescinda, quindi, dalla qualità dei prodotti o dei servizi che essa offre. La difficoltà di effettuare una comunicazione esauriente tramite Internet, se non è tenuta in conto e se non è risolta, rischia pertanto di limitare i contatti con i clienti e con i fornitori anziché aumentarli, come di solito si ritiene che accada quando si apre un nuovo canale di comunicazione.

Per evitare questi rischi è fondamentale compiere uno sforzo di mappatura dei flussi informativi riguardanti le relazioni commerciali (sia degli acquisti sia delle vendite, oltre che, naturalmente, di quanto è di ausilio alla transazione, come, ad esempio, i servizi post-vendita o i reclami), per riuscire poi a valutare l'importanza di ciascun flusso ai fini del corretto svolgimento della transazione e della ricerca del modo migliore per trasferire gli stessi flussi in ambito web.

Un simile sforzo, che spesso nelle imprese di grandi dimensioni è già stato in parte compiuto nel

⁽³⁾ L'Osservatorio TEDIS-VIU, coordinato da S. Micelli, è stato creato nel 1999 con il sostegno di imprese private fra cui Telecom Italia e successivamente anche del MURST (Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica). I dati provengono da un campione di imprese (in espansione di anno in anno; un nucleo delle aziende è poi organizzato in panel) con un fatturato di almeno 10 miliardi di lire. È anche in crescita il numero di distretti in cui operano le imprese selezionate. Nel 2001 sono trentatré i distretti industriali così distribuiti: dodici nel Nord Est, sette in Emilia Romagna, sei in Lombardia, due in Piemonte, quattro in Toscana e due nelle Marche. Per quanto riguarda i settori industriali, sono stati scelti i settori tipici del made in Italy, con ruolo prevalente svolto da meccanica, tessile-abbigliamento, sistema casa, cui si aggiungono settori quali l'oreficeria, la cartotecnica, il biomedicale e la produzione di occhiali.

⁽⁴⁾ I dati potrebbero essere approssimati per eccesso, verso un maggior utilizzo di strumenti informatici rispetto alla media, in quanto può essere ipotizzata una relazione diretta tra dimensione dell'azienda e grado di informatizzazione ad essa relativo, dovuta probabilmente al fatto che al crescere delle dimensioni dell'impresa aumenta anche la complessità della sua organizzazione e delle sue attività, rendendo progressivamente più utile l'adozione di applicativi gestionali, di groupware, data warehouse, ...

⁽⁵⁾ Questo elemento potrebbe distorcere i dati, portando a un'approssimazione per difetto rispetto alla media. Spesso, infatti, la scelta di una PMI di adottare applicativi di e-commerce e, più in generale, di gestione elettronica della propria attività è una conseguenza, come si è detto, della pressione che essa riceve da imprese committenti di più grandi dimensioni o comunque più evolute.

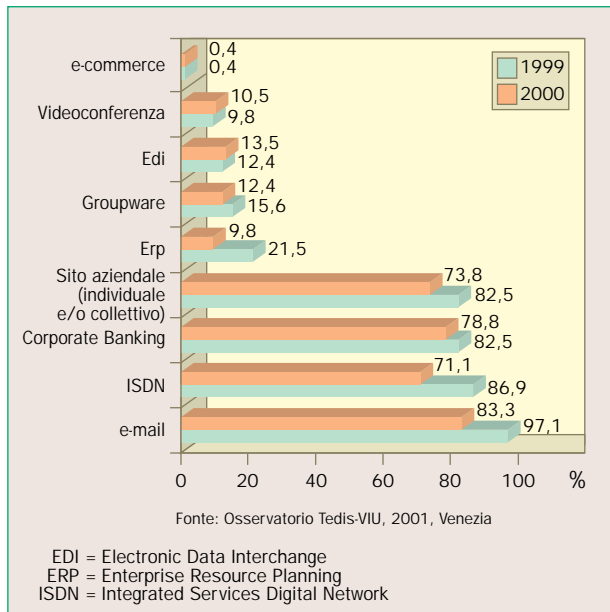


Figura 1 Crescita percentuale dell'impiego di tecnologie di rete in 12 distretti del nord-est.

momento in cui esse si sono dotate di strumenti gestionali quali gli ERP, implica in una piccola azienda la necessità di codificare una quantità di oggetti e di procedure tale da poter scoraggiare il desiderio di mantenere un approccio rigoroso, nel timore di andare incontro a un "ingessamento" dell'operatività.

Un altro problema che spesso non è sufficientemente considerato, e che colpisce in particolare le aziende che intendono utilizzare il Web come strumento per acquisire nuovi clienti, nasce dal fatto che la presenza di un'azienda in rete - sia essa interessata a operare transazioni commerciali oppure solo a migliorare la comunicazione con il mercato - richiede una costanza di aggiornamento del sito, una reattività agli stimoli che arrivano da questo canale di comunicazione e un'operatività continua nell'intero arco della giornata e all'interno della settimana, che non sono solitamente compatibili con le modalità abituali di gestione delle relazioni esterne da parte delle aziende.

Il mancato adeguamento da parte dell'impresa ai ritmi di interattività propri del web comporta un rischio concreto di una sostanziale inefficacia del canale di comunicazione elettronico. In un contesto come Internet, in cui è estremamente facile passare da un sito all'altro e confrontare le offerte alternative, può essere, infatti, fatale per un'impresa dare di sé un'immagine di una reattività inadeguata e di scarsa attenzione alla comunicazione.

Questo problema - probabilmente più rilevante nell'ambito del B2C - ha un suo peso anche quando l'impresa utilizzi il web per attività B2B, in quanto anche in questo caso l'aspettativa è generalmente quella di poter interagire con maggiore facilità, prontezza e con completezza di informazioni rispetto ai sistemi classici di comunicazione.

L'aprire un canale di comunicazione aggiuntivo ai fornitori e ai clienti può dare inizialmente un vantaggio di immagine; alla lunga, tuttavia, se non si man-

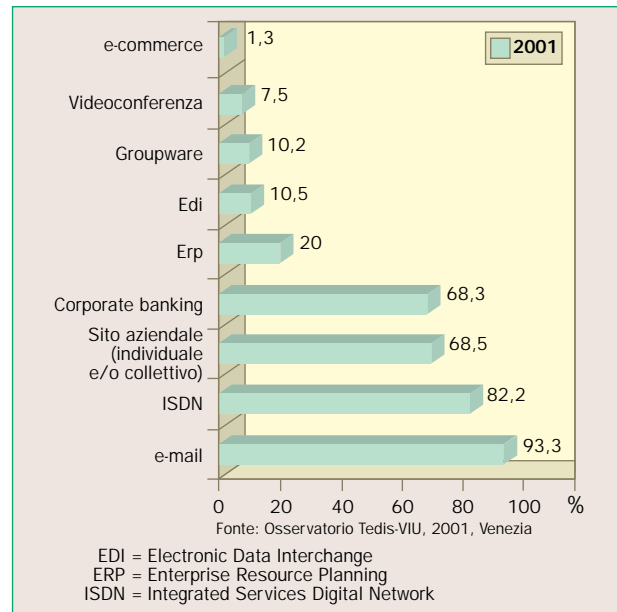


Figura 2 Impiego percentuale di tecnologie di rete in 33 distretti nelle regioni NEC (12 del nord-est, 7 dell'Emilia Romagna, 6 in Lombardia, 2 in Piemonte, 4 in Toscana e 2 nelle Marche).

tiene sufficientemente "vivo" questo canale, si può ottenere un effetto contrario. Se all'interno di rapporti consolidati è possibile infatti che malfunzionamenti del canale digitale vengano superati facendo leva su una relazione stabile, molto più difficilmente lo stesso accade per rapporti che magari nascono proprio grazie alla presenza dell'azienda sul web.

In quest'ottica diventa sempre più importante che le imprese dedichino sufficienti risorse a strutture di CRM nel momento in cui esse decidono di svincolarsi dall'appartenenza a una specifica filiera produttiva o dalla dipendenza da una rete di distribuzione off-line per cercare una propria relazione indipendente con altri clienti. Se infatti lavorare per uno o per pochi capi filiera può essere percepito come un limite, questa stessa situazione consente di rendere minime le spese per l'acquisizione e per la gestione dei clienti.

L'importanza di disporre di un efficace CRM per rendere produttivi gli investimenti in e-commerce costituisce un altro possibile vincolo per le piccole imprese che si indirizzano verso il commercio elettronico: queste aziende, in misura sensibilmente minore di quelle di grandi dimensioni, sono, infatti, dotate di strutture espressamente dedicate a questa attività.

Ma la scarsa qualità della relazione mediata dal web può anche dipendere da cause esterne all'azienda: quando, ad esempio, l'impresa impieghi la rete per interconnettersi con corrispondenti localizzati in Paesi in via di sviluppo o di nuova industrializzazione (strategia sempre più diffusa specie nei distretti del nord-est), dove le infrastrutture di telecomunicazioni sono meno evolute che in Italia, può accadere che le inefficienze delle reti vengano interpretate come problemi della soluzione informatica.

In questo caso, per le piccole imprese il problema può essere più complesso di quello che si può presentare nelle imprese di maggiori dimensioni in quanto

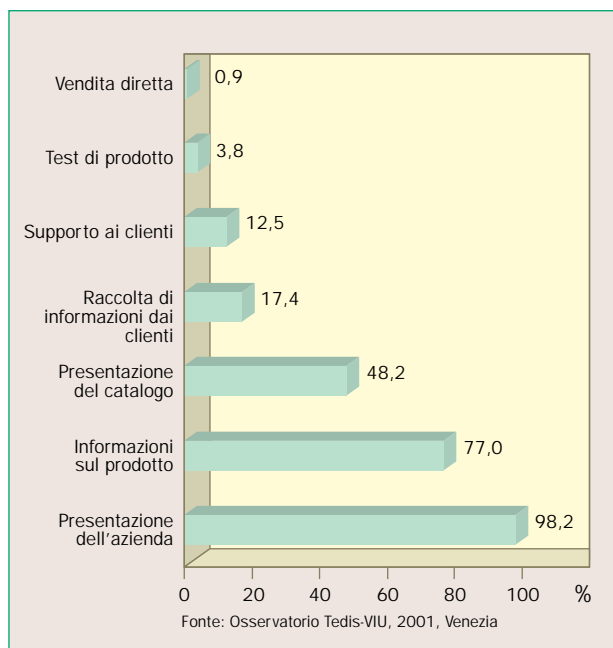


Figura 3 Percentuale delle funzioni delle società presenti sul sito web aziendale.

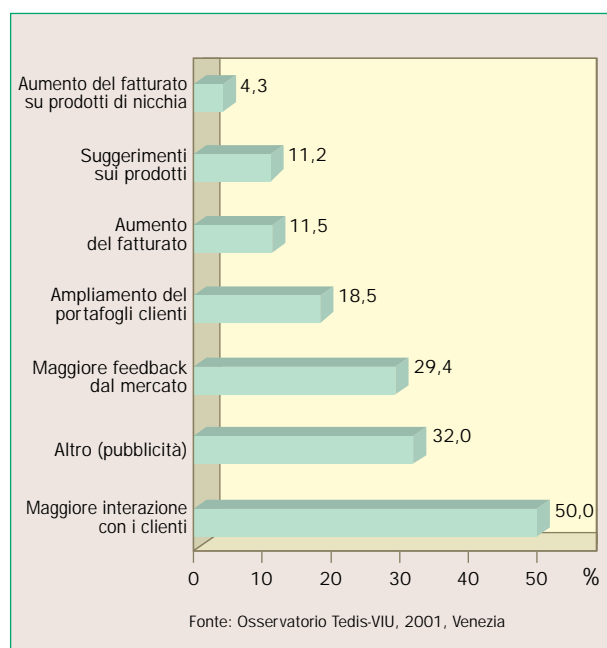


Figura 4 Aumento percentuale dei risultati generato dal sito web (dato rilevato su 620 imprese).

le seconde (per il traffico che generano ma anche per la maggiore solidità finanziaria) hanno la possibilità di accedere a servizi di telecomunicazioni internazionali di migliore qualità. Le piccole aziende possono invece perseguire questo stesso obiettivo aggregando le necessità di più imprese con interessi che ricadono nella medesima zona geografica.

7. Stato dell'impiego di tecnologie di rete nelle PMI italiane

Molto si è scritto sui ritardi che contraddistinguono le imprese italiane, e la stessa Società italiana nel suo complesso, nell'adozione di nuovi strumenti di comunicazione e nell'uso di Internet, nonché sui possibili motivi del ritardo. Nell'ultimo anno si sono registrati segnali di dinamismo, di maggiore curiosità per il nuovo mezzo e minori freni verso nuovi servizi. Cominciano infatti a interessarsi all'e-business anche le PMI di settori tradizionali.

All'automatizzazione dei processi interaziendali (*e-procurement*, *supply chain management*, *customer relationship management*) si affiancano i primi rapporti con nuovi intermediari - *digital marketplace*, aggregatori di acquisti - che propongono modelli di interazione e di transazione differenti, come aste, borse, aggregatori di cataloghi, e con nuovi fornitori di servizi, gli ASP, che rendono le applicazioni on-line molto più facilmente accessibili a imprese non disposte o non ancora convinte a investire somme consistenti per lo sviluppo o per la personalizzazione di software applicativi per gestire funzioni e attività on-line.

Le imprese medio-piccole fanno, infatti, un ricorso ancora limitato a soluzioni complete di commercio elettronico o a soluzioni gestionali utilizzate dalle grandi aziende, *ERP* e *EDI (Electronic Data Interchange)*, in parte perché percepiscono una certa

distanza tra la necessità di comunicazione e di gestione di rapporti con l'esterno dell'impresa e la plasmabilità e l'accessibilità di strumenti e di soluzioni disponibili sul mercato, spesso ancora fuori dalla loro portata.

Permane l'incertezza di alcuni fattori di contesto quali, ad esempio, la difficoltà di reperire sul mercato le risorse umane qualificate di cui le imprese hanno bisogno, o le complicazioni che incontrano le imprese troppo piccole per fornire le garanzie richieste, necessarie per aver accesso al sistema finanziario.

D'altro canto, per salvaguardare e per valorizzare le risorse strategiche dell'organizzazione industriale tipica della *Terza Italia*, bisogna modellare le soluzioni on-line in modo tale da ritrovare gli elementi portanti della dinamicità dei distretti industriali, quali: la creatività distribuita, la diffusione dell'innovazione, i rapporti di fiducia e di controllo garantiti da un ambiente circoscritto e coeso, seppur vivacemente animato dalla concorrenza.

Così, in ciascun aggregato territoriale di imprese emergono diverse potenzialità e soprattutto differenti priorità di interesse rispetto agli strumenti di lavoro e di transazione in rete, che scaturiscono dalle caratteristiche specifiche di attività e di organizzazione produttiva che contraddistinguono l'area.

Queste priorità si basano sul beneficio atteso con l'adozione dei singoli strumenti a supporto di una singola funzione aziendale, che a sua volta dipende dalla percezione dell'onere di gestione dell'attività corrispondente. In alcuni distretti o sistemi industriali locali è giudicato prioritario far crescere il grado di visibilità sullo stato di avanzamento della produzione dei propri fornitori strategici.

In altre realtà, assume invece un maggior rilievo operare sull'immagine che il prodotto delle imprese del distretto ha in mercati esteri, in particolare in Paesi in cui il prodotto non è ancora conosciuto suf-

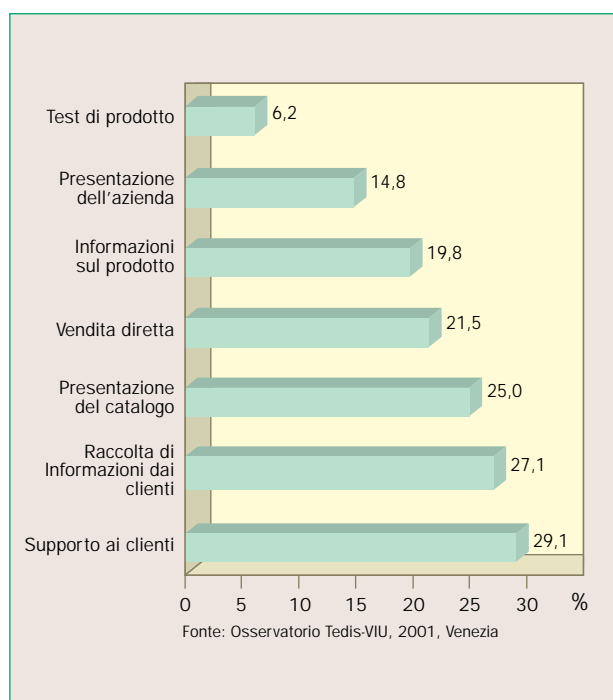


Figura 5 Ulteriori funzioni che saranno rese disponibili sul sito in futuro.

ficientemente. In altri casi ancora, risulta avere una più alta priorità il fluidificare e l'ottimizzare le comunicazioni ed i flussi di dati utilizzati a sostegno di un processo produttivo molto decentrato fra diverse imprese partner, specializzate in singole fasi di un disegno unitario, e così via, in un ripetersi di enfasi posta sulla gestione dei rapporti con i fornitori, con i partner di processo, con il mercato o sulla ricerca di nuove opportunità di crescita e di consolidamento del proprio posizionamento competitivo.

Si riportano, in proposito, alcuni dati dell'osservatorio TEDIS-VIU, relativi all'adozione di tecnologie di rete, all'attivazione e all'uso del sito aziendale, e agli elementi che ancora allontanano dall'introduzione di un canale di commercio elettronico.

I dati (figure 1÷6) confermano un aumento di interesse, soprattutto per strumenti di lavoro in rete nell'ambito di relazioni cooperative già avviate e sperimentate, e, al contempo, una crescente familiarità con mezzi che stanno gradualmente entrando nel quotidiano di molte imprese italiane.

Il livello di adozione di strumenti di lavoro in rete è influenzato, oltre che dalla dimensione dell'impresa, dal settore di attività (cioè, da prodotti e da processi numerosi, complessi e codificabili; dal peso della progettazione tecnica; dal ciclo del prodotto, fattore legato alla moda o alla stagionalità) ma soprattutto dalla posizione lungo la catena del valore dell'azienda e dal corrispondente peso negoziale nella gestione delle relazioni con le imprese che operano a monte e a valle di ciascuna fase di attività.

Le imprese che producono componenti o prodotti finiti per altre imprese mostrano una maggior propensione all'uso di canali on-line per gestire la propria produzione e per interagire con il proprio mercato e con mercati nuovi.

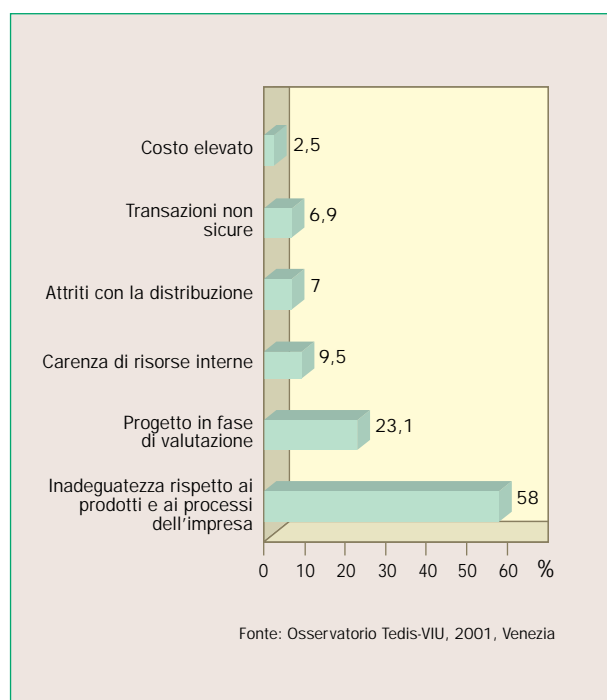


Figura 6 Motivi che giustificano la non adozione del commercio elettronico.

In alcuni casi esse intraprendono una strada di parziale progressiva autonomia dalle imprese clienti e di avvicinamento diretto alla distribuzione e al mercato. I sub-fornitori o "terzisti" impegnati in attività standard o relativamente semplici sono più arretrati e meno ricettivi, e di norma hanno anche dimensioni più ridotte.

Nel complesso, nel rispetto delle distinte strategie aziendali e del posizionamento competitivo di ciascuna impresa, emerge uno spazio rilevante di attività e di funzioni per il cui svolgimento l'aggregazione e la condivisione di soluzioni "pagano".

Esso consente, cioè, di condividere lo sforzo in termini di risorse economiche e di sommare le competenze delle risorse umane disponibili, in modo da permettere di utilizzare efficacemente gli strumenti delle tecnologie di rete e di valorizzare così l'impresa e l'intera filiera.

8. Conclusioni

Con quest'articolo non si è inteso cercare di presentare in modo completo un fenomeno con confini così vasti, labili e mutevoli come il commercio elettronico per le imprese di dimensione più ridotta. Si è scelto un angolo di osservazione meno usuale, quello della cooperazione fra imprese e della gestione delle informazioni e degli scambi informativi all'interno di comunità industriali, rimandando ad altri studi e ad altre fonti gli aspetti - egualmente interessanti - come ad esempio il percorso seguito da alcune *success story* che sono riuscite a "bucare", cioè a emergere dalla massa indistinta di piccole imprese, acquisendo una porzione di mercato o rafforzandosi in un mercato di nicchia.

Per l'analisi e per la comprensione dei fenomeni

è poi utile distinguere fra B2C e B2B, in termini di motivazioni che giustificano l'adozione dell'e-commerce e di percorsi seguiti con queste finalità dalle singole imprese.

Le principali considerazioni proposte nelle pagine precedenti permettono anche di concludere che le piccole imprese - rispetto alle organizzazioni più grandi - si sono accostate meno e hanno quindi impiegato in minor misura le tecnologie e gli strumenti per l'elaborazione e la trasmissione dell'informazione e le soluzioni di e-commerce, sia per le più limitate disponibilità in termini di risorse finanziarie e umane, sia per le stesse caratteristiche della struttura dell'organizzazione aziendale. D'altra parte le PMI hanno ricevuto un'offerta non adeguata ai propri bisogni e alle risorse di cui esse dispongono.

Oggi le PMI sono esposte alla pressione delle aziende leader e delle imprese che sono loro clienti. Allo stesso tempo esse hanno un'accessibilità più elevata a queste nuove tecnologie, grazie allo sviluppo e alla diffusione di Internet e alla possibilità di condividere con altre imprese soluzioni applicative in rete, utilizzando, in particolare, gli strumenti messi a disposizione dagli ASP. Le piccole e medie imprese ricevono, inoltre, numerose proposte da una pluralità di soggetti, tutti rivolti a questo "nuovo" soggetto cliente potenziale da esse rappresentato.

Uno sforzo *ad hoc* va quindi indirizzato a fornire alle piccole imprese strumenti che consentano di effettuare una valutazione più rapida e affidabile di costi e benefici (diretti e indiretti, accertati e potenziali) che per esse si prospettano a fronte di ciascuna possibile soluzione. Le piccole e le micro imprese quando si accorgono della convenienza di una proposta sanno scegliere e quindi adottano tali soluzioni, anche seguendo percorsi rapidi.

L'offerta si va estendendo anche verso imprese di medie dimensioni, e al contempo può ancora migliorare nei riguardi delle piccole e delle micro imprese.

Per le piccole e le micro imprese una strada percorribile appare l'attività sia di assistenza e mediazione, per l'assimilazione nel tessuto dell'impresa dell'innovazione, sia di arricchimento del valore dei nuovi "automatismi" forniti dagli applicativi con servizi di ausilio per le funzioni aziendali e di sistema. Verso questa soluzione si vanno infatti orientando diversi soggetti che operano nella sfera dell'offerta di servizi.

In contesti quali i sistemi industriali locali, i distretti industriali, le costellazioni o le aggregazioni di imprese, le filiere industriali, così come in settori di attività circoscritti - dove le imprese che interagiscono fanno spesso riferimento a fornitori di servizi comuni sulla base degli interessi di tutti - il ruolo di selezionatore e di proponente può essere svolto in maniera vantaggiosa e con caratteristiche imprenditoriali, proprio da questi soggetti di riferimento, può quindi accelerarne l'adozione e, allo stesso tempo, può contribuire ad arricchire ed a semplificare il percorso evolutivo di ciascuna impresa verso l'acquisizione delle opportunità offerte dalle tecnologie di rete e dall'e-business.

Abbreviazioni

ABI	Associazione Bancaria Italiana
ASP	Application Service Provider
B2B	Business-to-Business
B2C	Business-to-Consumer
CRM	Customer Relationship Management
EDI	Electronic Data Interchange
ERP	Enterprise Resource Planning
ISDN	Integrated Services Digital Network
MRO	Maintainance, Repair and Operations
NEC	Nord, Est e Centro
OCSE	Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico
PMI	Piccole e Medie Imprese
SCM	Supply Chain Management
TEDIS-VIU	TEchnologies in Distributed Intelligence Systems-Venice International University



Annaflavia Bianchi è economista industriale, specializzata in organizzazione dei sistemi industriali locali con i professori Salvati e Brusco a Modena e poi in politica industriale nell'istituto di ricerca fondato da Romano Prodi. È stata ricercatore alla Databank, Milano, 1980-81; ricercatore senior a Nomisma, Laboratorio di Politica Industriale, Bologna (1983-90); visiting professor all'ENST Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications di Parigi, 1991; Responsabile di ricerca a ASTER, Agenzia per

lo Sviluppo Tecnologico dell'Emilia Romagna, Bologna, 1991-1994; research fellow al CURDS, Centre for Urban and Regional Development Studies, University of Newcastle, 1995-97; Responsabile di progetto in Telecom Italia da settembre 1997, dell'Area Policies del Centro Studi San Salvador, e dal 1999, nel Centro di competenza per le piccole e medie imprese, poi Future Centre. Dall'inizio del 2000, ha partecipato alla costruzione del Future Centre di Telecom Italia (conferito da Telecom Italia a Telecom Italia Lab nel marzo 2001) dove svolge il ruolo di responsabile di progetti di ricerca, di assistenza e sviluppo di servizi di electronic business, in aree distrettuali e in filiere produttive. È esperto, dalla fine degli anni Ottanta, della Ue su temi di politica industriale regionale, applicazioni telematiche per le piccole imprese, per la pubblica amministrazione, per le aree periferiche, coesione socio-economica e conseguenze sull'occupazione.



Paolo Bottacin si laurea in economia e commercio nel 1993 e inizia a lavorare come analista economico e finanziario presso GRETA Consulting, una società di servizi per il sistema bancario. Si occupa principalmente di previsioni, basate su scenari macro-economici, di evoluzione dei tassi di interesse e di cambio, oltre che di costruzione di modelli econometrici. Nel 1997 entra in Telecom Italia come macro economista presso il Centro Studi San Salvador, dove si occupa inizialmente di

analisi dei flussi finanziari internazionali e di scenari d'impatto della diffusione di Internet sulle strategie degli operatori di telecomunicazioni. In seguito lavora sull'utilizzo delle Intranet ed Extranet in azienda, sull'impatto del commercio elettronico nelle filiere, sui mercati digitali. Fino alla fine del 2001, all'interno del Future Centre, è coinvolto nella costruzione di scenari relativi all'utilizzo di tecnologie innovative nell'interazione tra imprese, in particolare su condivisione in rete di attività di progettazione e sulla gestione del mercato di vendita nell'industria editoriale.

Tecnologie ottiche

Fibre ottiche per sistemi DWDM

DANIELE CUOMO
FRANCESCO MONTALTI
ALBERTO ROSSARO
TIZIANA TAMBOSSO

La domanda per i servizi ad alta velocità è cresciuta sensibilmente negli ultimi anni e, al tempo stesso, sono state introdotte sul mercato fibre ottiche di nuova concezione per soddisfare i requisiti di larghezza di banda, sempre più estesa, da utilizzare con i sistemi a multiplazione di lunghezza d'onda densa (DWDM) che, amplificati otticamente, consentono di introdurre flessibilità nella rete aprendo prospettive di "optical networking".

Per utilizzare i sistemi di trasmissione ad alta capacità è necessario affrontare e sopprimere gli effetti non lineari delle fibre che potrebbero insorgere e influenzare negativamente l'efficienza di trasmissione, qualora s'inseriscano in essa un numero elevato di canali con una potenza elevata. Una delle soluzioni, per evitare l'insorgenza degli effetti non lineari, che ha avuto maggior successo negli ultimi anni, è stata la fibra singolo modo a dispersione non nulla, NZD (Non-Zero Dispersion), così denominata proprio per valori assai bassi, ma non nulli, di dispersione cromatica nella finestra fra 1530 e 1625 nm. Questa nuova categoria di fibre è diventata in breve la più utilizzata per le nuove applicazioni DWDM nell'ambito della rete di trasporto a lunga distanza.

Per rispondere ai problemi legati alle applicazioni dei portanti ottici in rete di accesso, di trasporto metropolitano e regionale, sono emerse alcune soluzioni ad hoc proposte dai diversi fabbricanti di cavi.

Data la rapidità dell'evoluzione tecnologica, non è facile per gli Organismi di standardizzazione emettere norme che regolamentino le fibre oggi disponibili sul mercato; nell'articolo è riportata la situazione attuale del mercato relativo alle nuove fibre, le attività dei diversi Organismi di standardizzazione, nonché l'evoluzione della normativa dei prodotti.

1. Introduzione

L'impiego congiunto della multiplazione a lunghezza d'onda, DWDM (*Dense Wavelength Division Multiplexing*), e dell'amplificazione ottica ha consentito una notevole crescita della capacità di trasporto dei sistemi ottici di trasmissione disponibili in commercio. Quelli di ultima generazione sono in grado di trasportare quantità d'informazione dell'ordine dei tre - quattro Tbit/s (Tbit/s è pari a un milione di Mbit/s).

La possibilità di introdurre in una rete di telecomunicazioni sistemi che utilizzino appieno queste prestazioni molto avanzate è però determinata dalle caratteristiche trasmissive del portante ottico che, in alcuni casi, possono limitare, anche in misura sensibile, la capacità effettivamente trasmissibile.

Negli ultimi anni la tecnologia di costruzione delle fibre ottiche ha dovuto, perciò, evolversi in modo da rendere disponibili sul mercato fibre con diversi parametri trasmissivi e con caratteristiche ottime, atte a rispondere alle diverse applicazioni.

Sono pertanto oggi disponibili, accanto alle fibre singolo modo, SM (*Single Mode*), e a quelle a dispersione spostata, DS (*Dispersion Shifted fiber*) - ormai installate in rete a livello mondiale per oltre 80 milioni di km a partire dalla metà degli anni Ottanta e impiegate con sistemi TDM - diversi tipi di fibre sviluppate rispettivamente per le applicazioni sottomarine, per sistemi DWDM terrestri, per reti metropolitane e per reti di accesso.

In questo articolo è descritta la tecnologia di costruzione delle fibre; sono poi discussi i principali parametri trasmissivi e sono indicate le possibili pre-



Processo di deposizione di una fibra ottica.

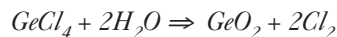
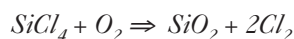
stazioni, in termini di capacità di trasporto, sia delle fibre costituenti l'attuale rete ottica nazionale, sia di quelle di nuova generazione in corso di installazione nella nuova dorsale a livello nazionale di Telecom Italia.

Sono infine riportate le attività di normativa oggi in corso a livello nazionale e internazionale.

2. Tecnologie di fabbricazione delle fibre ottiche

2.1 Considerazioni di base

Il processo di fabbricazione delle fibre ottiche in vetro sintetico si basa su alcune reazioni elementari che hanno come elementi base i *tetracloruri di silicio e di germanio*:



La prima equazione riguarda la fase di fabbricazione del mantello e quella di realizzazione del nucleo. La reazione necessaria a produrre il biossido di germanio si ha invece, nelle percentuali previste dal progetto del profilo d'indice di rifrazione della fibra, solo durante la fabbricazione del nucleo.

L'elemento "catalizzatore" della reazione è il calore: le reazioni avvengono solo a temperature elevate (raggiungibili anche da fiamme alimentate a metano). Le tre principali tecnologie di fabbricazione sono state sviluppate, quasi contemporaneamente, nel corso degli anni Settanta. È infatti del 1966 il primo lavoro di Kao e Hockham [1] nel quale è descritto il com-

portamento di una guida d'onda dielettrica circolare, prototipo delle fibre ottiche moderne, ed è del 1970 il secondo articolo [2], fondamentale per il settore, che con un taglio squisitamente commerciale annunciava la fabbricazione di fibre con perdite inferiori al valore di soglia stabilito, in base a quello dei conduttori in rame, in 20 dB/km.

2.2 Tecnologie di deposizione

Le tre famiglie tecnologiche sono comunemente identificate dalle tre sigle: *IVD (Inside Vapour Deposition)* o *MCVD (Modified Chemical Vapour Deposition)*; *OVD (Outside Vapour Deposition)*; *VAD (Vapour Axial Deposition)*. Nei tre casi è sottolineata la presenza del termine "vapore": la reazione, infatti, procede da materiali allo stato liquido (tetracloruri di silicio o di germanio) a materiali allo stato solido (polveri di silice o biossido di germanio).

Le materie prime sono conservate all'interno di serbatoi a pressione, nei quali è immesso gas inerte a pressione: il volume compreso tra la superficie superiore del liquido e la parete del serbatoio si riempie di vapore, che è prelevato e condotto all'impianto di deposizione (*tornio*).

Questa fase è, in pratica, comune a tutte le differenti tecnologie, che saranno descritte nel seguito di questo articolo.

2.2.1 Tecnologia IVD

Nella famiglia delle tecnologie *IVD (Inside Vapour Deposition)*, i vapori sono introdotti in un tubo (figura 1) costituito da una bacchetta cilindrica, cava all'interno e realizzata con materiale sintetico (*quarzo*) di elevata purezza: lungo il percorso all'interno del tubo i vapori attraversano una zona con temperatura molto alta, nella quale essi passano allo stato solido di polveri che si depositano sulla superficie interna del tubo

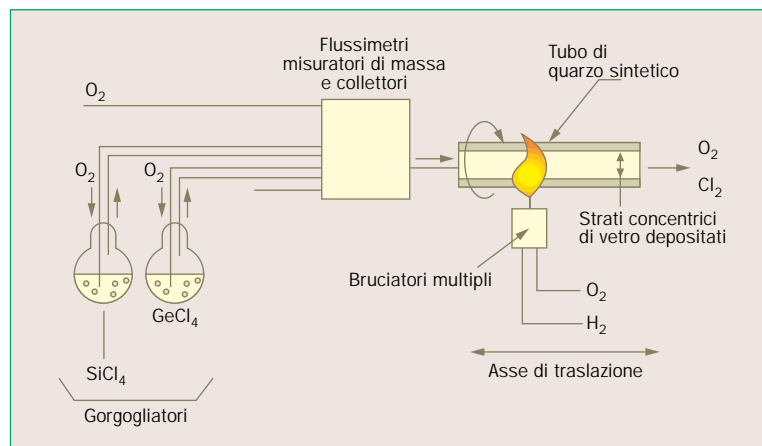


Figura 1 Schema di un processo IVD (*Inside Vapour Deposition*).

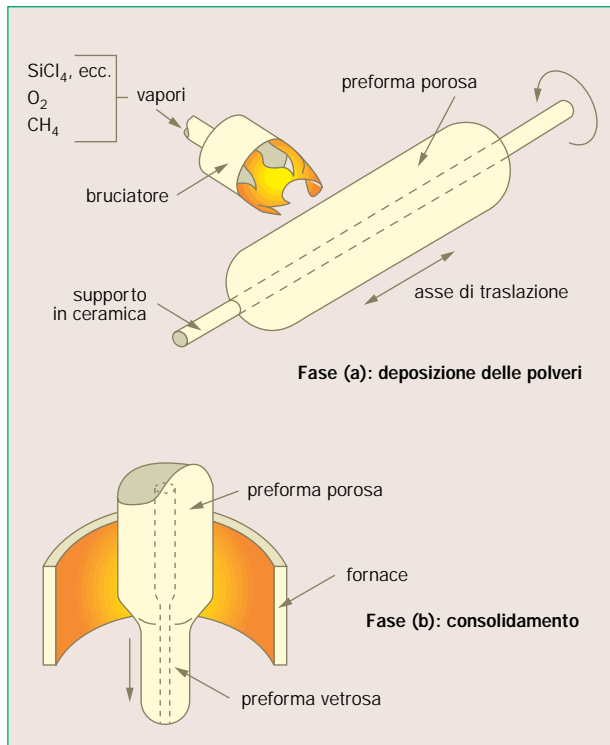


Figura 2 Fasi del processo OVD (*Outside Vapour Deposition*).

(vedi foto della pagina precedente). Se si fa ruotare il tubo intorno al proprio asse longitudinale e se il bruciatore si sposta orizzontalmente, la deposizione avviene sotto forma di strati concentrici lungo l'intero tubo, dall'esterno verso l'asse: si deposita infatti prima il mantello di silice pura e successivamente il nucleo costituito da silice drogata.

Il semilavorato prodotto in questa fase di processo è chiamato *preforma*: poiché, in particolare, le polveri non hanno ancora subito una vera e propria trasformazione fisica (*fusione*), la preforma appare bianca e friabile. Questa preforma "polverosa", o porosa, deve essere sottoposta a un processo di essiccazione e collassamento, che la porta al suo stato "vetroso" finale. Con questa tecnologia il collassamento si ottiene grazie a un ultimo passaggio della fiamma sotto la preforma, condotta con velocità e temperatura appropriate per causare il collassamento.

2.2.2 Tecnologia OVD

Il processo OVD (*Outside Vapour Deposition*) procede, al contrario, dall'esterno verso l'interno (figura 2): la reazione avviene direttamente nella fiamma, in cui confluiscono il combustibile (in genere gas metano) ed i vapori. Il bersaglio dei fumi è una bacchetta cilindrica di materiale ceramico, sul quale le polveri si depositano per impatto. Grazie alla rotazione e alla traslazione della bacchetta, la preforma viene gradualmente costruita con una deposizione successiva di strati concentrici di materiale, ottenendo alla fine una preforma polverosa. Il successivo collassamento si ottiene grazie alla permanenza della preforma porosa in una fornace cilindrica mantenuta a una temperatura adeguata a questo scopo.

2.2.3 Tecnologia VAD

La tecnologia VAD (*Vapour Axial Deposition*) si basa anch'essa sul principio di deposizione esterna, come l'OVD, ma impiega un bersaglio di materiale ceramico piatto anziché cilindrico (figura 3). Il bersaglio ruota intorno al proprio asse e trasla verticalmente, permettendo così alla preforma di crescere per accumulo verticale di strati di polveri. Per costruire simultaneamente nucleo e mantello sono necessari almeno due bruciatori: quello assiale è alimentato da vapori di silice drogata, quello esterno da vapori di silice pura. La rotazione del disco consente di realizzare una preforma polverosa, che è da ultimo essiccata e collassata lasciandola in una fornace cilindrica ad adeguata temperatura.

2.3 Esame delle diverse tecnologie di deposizione

I criteri per confrontare le tre tecnologie sono essenzialmente di origine industriale: si può infatti esser certi che la qualità ottica del prodotto finale, che dipende in larga misura dal grado di purezza delle materie prime e dall'assenza di contaminazioni successive, possa essere resa equivalente.

Dal punto di vista dell'efficienza del processo, il più importante parametro, dopo l'efficienza di deposizione - che è tenuta segreta e che, come gli altri parametri tecnologici, è coperta da una serie di brevetti - riguarda la dimensione della preforma (questo aspetto, e altri di natura più qualitativa, saranno chiariti nel seguito).

Il limite fondamentale della tecnologia IVD è legato alla dimensione ridotta delle preforme ottenibili. Non è possibile ovviare a questo limite aumentando la dimensione del tubo cavo per la deposizione

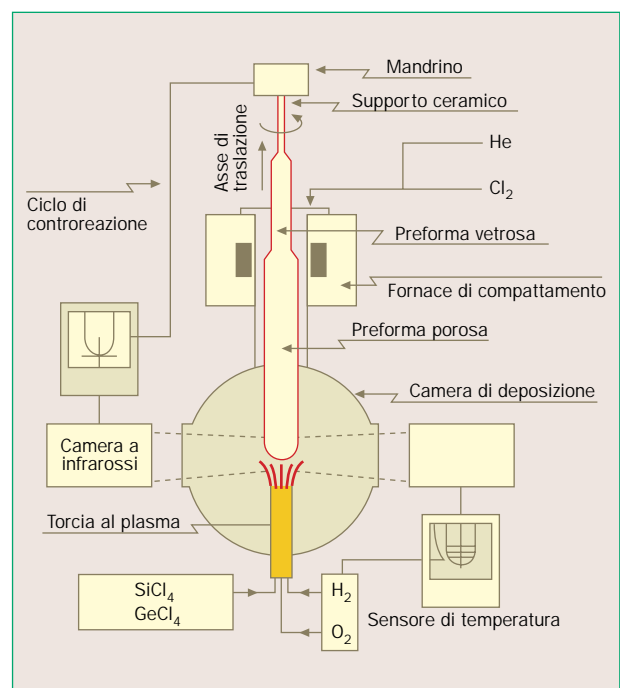


Figura 3 Schema di un processo VAD (*Vapour Axial Deposition*).

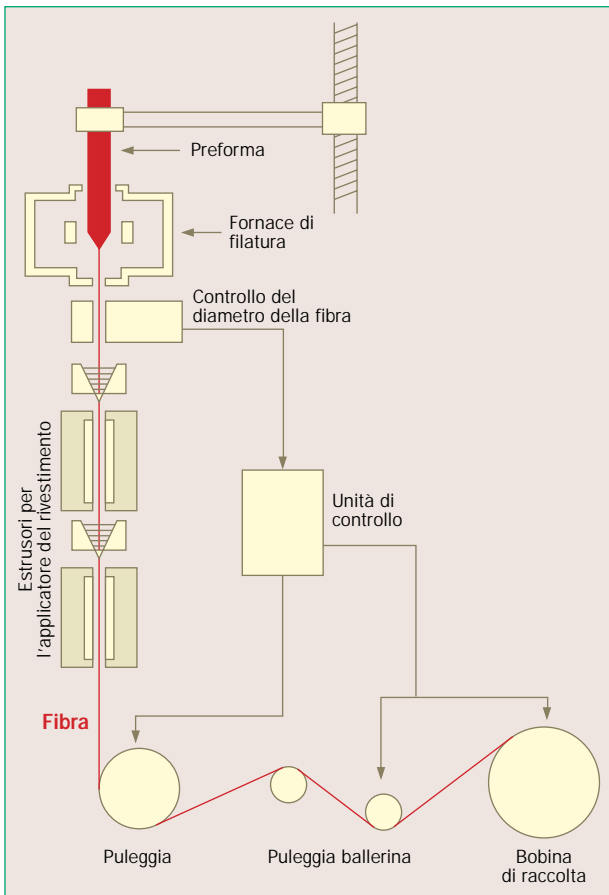


Figura 4 Schema del processo di filatura.

poiché la fiamma, superato un certo limite, non riesce a riscaldare a sufficienza la zona di deposizione. È possibile impiegare tuttavia tecniche di accrescimento meccanico, introducendo al termine della deposizione la preforma collassata all'interno di tubi di dimensioni maggiori (*sleeving*). A questo scopo è necessario prestare una grande attenzione alla concentricità finale e all'assenza di bolle o di zone d'aria fra la preforma e il tubo concentrico.

Nelle fasi iniziali di sviluppo di questa tecnologia fu necessario utilizzare materiali a base di fosforo per ottenere l'allineamento fra il profilo depositato e l'indice di rifrazione del tubo esterno. Questa fase può oggi essere evitata selezionando i materiali con accuratezza. Si evitano così sia onerosi processi di smaltimento sia difficoltà legate all'eccessiva sensibilità all'idrogeno della fibra così prodotta.

Il processo VAD si svolge per linee verticali: la fornace di essiccazione e di collassamento può essere collocata anche di seguito rispetto all'area in cui avviene la deposizione. Questo tipo di processo allontana i limiti fisici legati alla dimensione della preforma, che può raggiungere peso e potenzialità considerevoli.

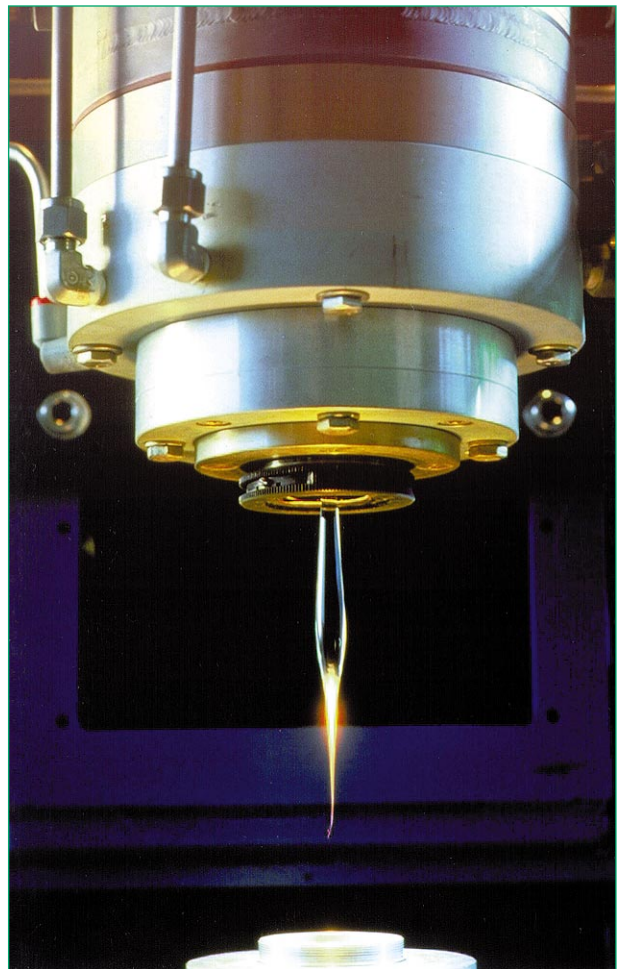
Un altro aspetto positivo del processo VAD riguarda la regolarità delle preforme. Vanno tuttavia tenute presenti le difficoltà legate alla realizzazione di obelischi di altezza eccessiva, ma soprattutto la scarsa flessibilità di questa tecnologia. La realizzazione di

profili particolari (*exotic profiles*) risulta infatti estremamente complessa e scarsamente efficiente.

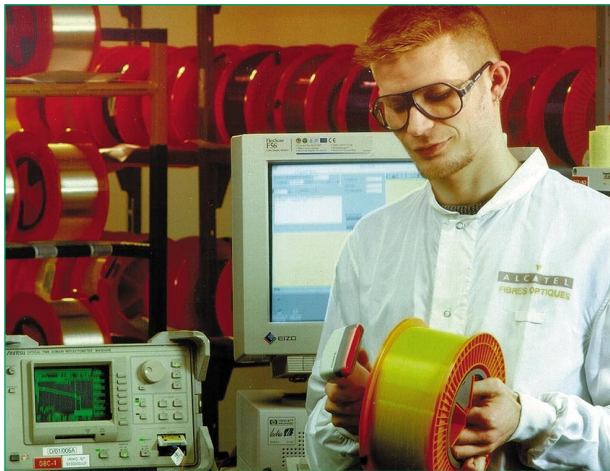
Il processo OVD può essere svolto completamente in verticale, anche se seguendo la tecnologia tradizionale, e già consolidata, esso è effettuato in orizzontale. Questa esigenza pone alcune limitazioni alla massima dimensione possibile della preforma, sia per garantire una distanza minima fra bruciatore e semilavorato sia per evitare flessioni e curvature della preforma finale. La realizzazione di profili complessi è relativamente più semplice rispetto al VAD ed ha almeno lo stesso grado di complessità rispetto all'IVD. Si tratta quindi presumibilmente della tecnologia oggi più conveniente.

2.4 Filatura

Il processo di filatura è, in linea di principio, indifferente dalla tecnologia di deposizione (figura 4). La preforma compattata è sospesa a un supporto semovente ed è gradualmente introdotta in una fornace cilindrica alla temperatura di rammollimento (non di fusione) della silice (come mostrato nella foto di questa pagina). Si produce così, per gravità, una goccia che rimane collegata alla preforma attraverso un sottile filo di vetro, che conserva il profilo di indice di rifrazione della stessa preforma. Alla base della "torre di filatura" il filo di vetro è avvolto su una bobina di raccolta con



Avvio del processo di filatura con la formazione della goccia.



Misure di controllo di qualità sulla bobina di fibra ottica.

regolarità e con tensione costante, mentre all'uscita della fornace un apposito misuratore valuta il diametro del filo. Il misuratore è connesso al gancio semovente di sospensione della preforma e ne aumenta o riduce la velocità quando rispettivamente il diametro si riduce in misura eccessiva, ovvero quando cresce.

Nel corso del processo di filatura è applicato per estrusione sulla fibra un doppio strato di resine acriliche per proteggere il vetro dall'aggressione degli agenti atmosferici e dalle manipolazioni successive.

Al termine del processo di filatura, la fibra, raccolta in una bobina, è sottoposta alle misure di controllo di qualità (come mostrato nella foto qui riprodotta).

3. Tipi di fibre ottiche utilizzabili per trasmissioni DWDM

La fibra singolo modo SM (secondo la raccomandazione ITU-T G.652 [3]) è la più nota e la più comunemente impiegata, essendo stata installata in circa il 90 per cento delle reti terrestri ottiche dei principali operatori di telecomunicazioni.

In tutto il mondo sono stati già installati circa 70 milioni di km di fibra G.652; questa ampia diffusione ha fatto sì che ancor'oggi questa fibra sia la più economica (circa 30 €/km). È un prodotto particolarmente maturo, in quanto esso è realizzato da oltre 15 anni. La dispersione è ottimizzata intorno a 1310 nm (figura 5) e quindi la dispersione cromatica a 1550 nm è piuttosto elevata (16-18 ps/nm/km). L'attenuazione in questa regione di lunghezza d'onda è invece molto bassa (dell'ordine di 0,20-0,22 dB/km).

La fibra singolo modo a dispersione spostata (secondo la raccomandazione ITU-T G.653 [4]) costituisce il 90 per cento della rete italiana a lunga distanza. Oltre che nella rete italiana e in alcuni collegamenti sottomarini e transoceanici, precedenti all'introduzione del DWDM, la fibra a dispersione spostata è stata utilizzata in quantità significative nei collegamenti su lunghe distanze solo in Giappone e in alcuni Paesi dell'America Latina (ad esempio nel Messico). È un prodotto consolidato, il cui prezzo è pari a circa due volte quello della fibra G.652, anche se è ormai di difficile reperimento sul mercato. La fibra G.653 presenta una dispersione cromatica minima a 1550 nm, dove pure l'attenuazione della silice raggiunge il suo minimo assoluto (figura 6).

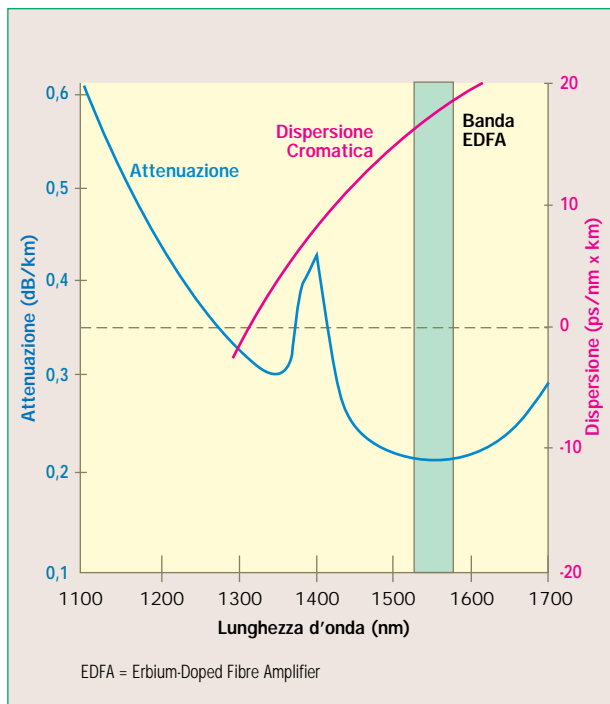


Figura 5 Curve di attenuazione e di dispersione cromatica della fibra rispondente alla raccomandazione G.652.

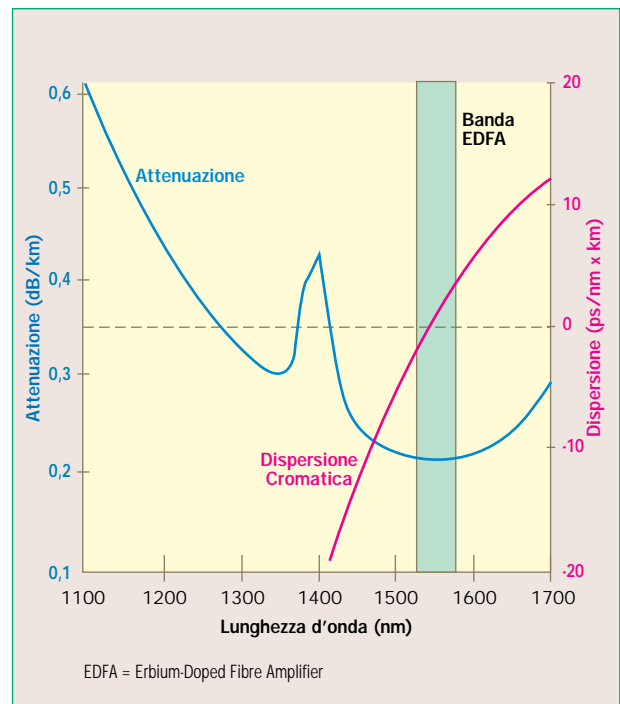


Figura 6 Curve di attenuazione e di dispersione cromatica della fibra rispondente alla raccomandazione G.653.

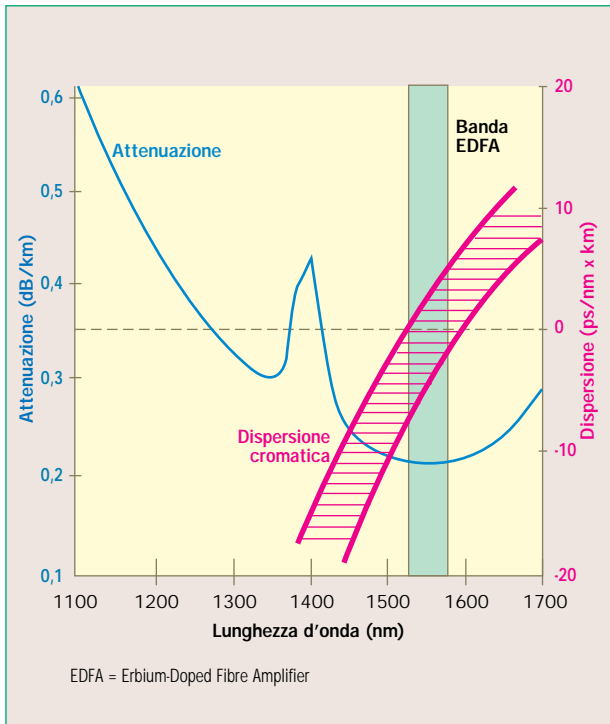


Figura 7 Curva di attenuazione e banda di dispersione cromatica della fibra rispondente alla raccomandazione G.655.

Le fibre singolo modo a dispersione non nulla, NZD (Non-Zero Dispersion), sono state studiate per utilizzare al meglio tutte le caratteristiche positive delle fibre convenzionali e a dispersione spostata, riducendone nello stesso tempo gli inconvenienti, senza tuttavia essere riusciti finora a eliminarli del tutto. La fibra a dispersione non nulla (descritta nella raccomandazione ITU-T G.655 [5]) è stata concepita in modo da presentare una bassa dispersione residua nella finestra dello spettro entro cui generalmente operano i sistemi DWDM (figura 7). La dispersione residua è sufficientemente alta da ridurre in misura sensibile l'efficienza dell'interazione a quattro fotoni FWM (Four Wave Mixing), ma al tempo stesso sufficientemente bassa per consentire una trasmissione a 10 Gbit/s su lunghe distanze, con un uso limitato della compensazione della dispersione. Almeno in linea di principio, la fibra G.655 è dunque compatibile sia con i sistemi DWDM sia con quelli TDM ad alta

velocità, e dovrebbe permettere all'utilizzatore di sfruttare appieno il potenziale di sistemi DWDM commerciali, anche dal punto di vista dell'incremento della velocità trasmissiva per canale.

Questo tipo di fibra si è evoluta nel tempo, partendo dai primi prodotti per i quali erano ammessi valori di dispersione molto bassi, che espongono i sistemi, ancora in una certa misura, a penalità dovute al FWM. Un prodotto di questo tipo è riportato nell'appendice 1 della raccomandazione ITU-T G. 655 come esempio (a).

I prodotti oggi disponibili sul mercato sono migliori rispetto a quelli della prima generazione e si sono sostanzialmente differenziati in tre tipi di prodotto, ciascuno realizzato da costruttori diversi, indicate come esempi (b), (c) e (d) nell'appendice 1 della raccomandazione G.655.

In figura 8 sono riportati gli andamenti tipici della dispersione cromatica per i prodotti disponibili in commercio, mentre nella tabella 1 sono riportati i valori dei principali parametri trasmissivi.

È stato infine prodotto un ulteriore tipo di fibra, riportato a titolo di esempio (e) sempre nella raccomandazione G.655, caratterizzato da dispersione cromatica negativa e principalmente utilizzato nei sistemi sottomarini.

Le fibre installate potrebbero quindi presentare caratteristiche anche sostanzialmente diverse da quelle ora disponibili sul mercato. Il progettista di sistema deve quindi tener conto delle effettive pro-

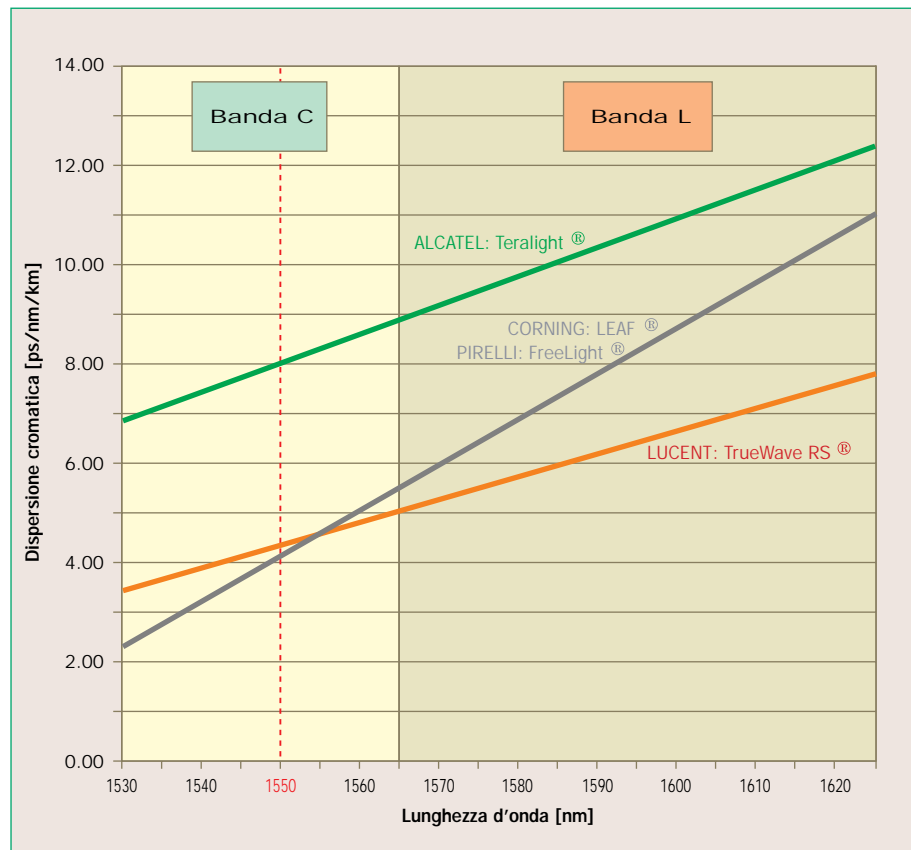


Figura 8 Caratteristiche di dispersione cromatica dei principali prodotti commerciali.

Società manifatturiera	ALCATEL	CORNING	LUCENT	PIRELLI
Prodotto	TeraLight™	LEAF™	True Wave RS	FreeLight
MFD a 1550 nm (µm)	9,2 ± 0,5		8,4 ± 0,6	9,2 - 10
(Area efficace) (µm²)	65	72	55	72
Lunghezza d'onda (λ _{cc}) di taglio in cavo (nm)	≤ 1300		≤ 1260	≤ 1450
Attenuazione a 1550 nm (dB/km)	≤ 0,21	≤ 0,25	0,22 ± 0,25	≤ 0,23
Attenuazione a 1625 nm (dB/km)	≤ 0,25		0,27 ± 0,30	≤ 0,25
Coeff. dispersione a 1530-1565 nm ps/[nm · km]	5,5 ≤ D ≤ 10	2,0 ≤ D ≤ 6,0	2,6 ≤ D ≤ 6,0	2,0 ≤ D ≤ 6,0
Coeff. dispersione a 1565-1625 nm ps/[nm · km]	8,9 ≤ D ≤ 10,9	4,5 ≤ D ≤ 11,2	4,0 ≤ D ≤ 8,6	4,5 ≤ D ≤ 11,2
Lunghezza d'onda (λ ₀) a dispersione nulla (nm)	≤ 1440		≤ 1450	1500 valore tipico
Pendenza della curva di dispersione	0,058	0,083	0,045	0,086
PMD (Polarization Mode Dispersion) (ps/√km)	0,2	0,08	0,1 valore statistico di fibre concatenate in un collegamento	0,2

Tabella 1 Principali parametri delle fibre in commercio rispondenti alla raccomandazione G.655.

prietà trasmissive delle fibre G.655 disponibili per verificare le possibili prestazioni dei sistemi da utilizzare sui singoli portanti. Il fatto che nell'ambito della raccomandazione ITU-T G.655 si celano prodotti diversi, in un'ottica di diversificazione dei fornitori, rivela dunque un'obiettivo debole della normativa.

La fibra G.655 è oggi quella prodotta in quantità maggiore, poiché è quasi esclusivamente utilizzata nelle nuove installazioni per sistemi DWDM. Il suo costo, dell'ordine di 110 €/km, è ancora sensibilmente superiore a quello delle fibre rispondenti alla raccomandazione G.652.

4. Sistemi DWDM impiegati sui tre principali tipi di portante ottico

I moderni sistemi DWDM impiegati su distanze medio-lunghe fanno uso necessariamente di amplificatori ottici, OFA (Optical Fibre Amplifiers), normalmente operanti in terza finestra (1500-1600 nm). In particolare, gli amplificatori drogati con Erblio EDFA (Erbium-Doped Fibre Amplifier) sono in grado di fornire un guadagno per le trasmissioni ottiche nella banda convenzionale (banda C) da 1530 a 1565 nm. L'ultima generazione di dispositivi EDFA e EDTFA (Erbium Doped Tellurite Fiber Amplifier) è in grado di fornire un'amplificazione ottica anche nella regione spettrale da 1565 a 1625 nm (banda L).

L'uso di amplificatori ottici, associato a un elevato numero di canali trasmissivi, ha messo in luce una nuova serie di problemi legati al comportamento non

lineare dell'indice di rifrazione della silice drogata. Gli effetti non lineari sono dovuti alla dipendenza dell'indice di rifrazione dall'intensità della potenza guidata e si manifestano in regimi di potenza elevata secondo la seguente equazione:

$$n(I) = n_L + n_2 \cdot P/A_{eff}$$

dove $n(I)$ è l'indice di rifrazione in funzione dell'intensità di potenza ($I = P/A_{eff}$); n_L è l'indice di rifrazione lineare; n_2 è il coefficiente dell'indice di rifrazione non lineare; P è la potenza guidata e A_{eff} è l'area efficace della fibra ottica. Il valore di n_2 è peraltro molto basso (circa $2,5 \cdot 10^{-20} \text{ m}^2/\text{W}$), ma l'effetto combinato dell'alta densità di potenza, causato dall'elevato numero di canali (tra 10 e 40) e le lunghe distanze considerate, determinano distorsioni quali: l'automodulazione di fase SPM (Self Phase Modulation) e l'intermodulazione di fase tra

canali adiacenti XPM (Cross-Phase Modulation) e il FWM (Four Wave Mixing) che può provocare prodotti d'intermodulazione alle stesse frequenze dei segnali.

Gli effetti non lineari costituiscono quindi la principale limitazione nelle applicazioni dei sistemi DWDM. L'effetto della non linearità della fibra è governato in generale dal coefficiente non lineare γ , dato dall'espressione:

$$\gamma = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot \frac{n_2}{A_{eff}}$$

D'altro canto bisogna considerare che il disturbo di diafonia tra canali dovuto al FWM è inversamente proporzionale al prodotto $D \cdot A_{eff}$, dove D è la dispersione cromatica. Le caratteristiche non lineari e gli effetti di dispersione cromatica giocano quindi un ruolo determinante nelle prestazioni dei sistemi DWDM. In particolare, fibre con un'area efficace ampia, una dispersione cromatica non troppo bassa e una pendenza della curva di dispersione cromatica trascurabile, costituirebbero la scelta migliore per ridurre l'incidenza degli effetti non lineari, soprattutto in vista delle prossime applicazioni multic canale a 40 Gbit/s. Per tali sistemi, è infatti indispensabile compensare la dispersione cromatica e la pendenza della curva di dispersione.

Tutti questi aspetti saranno trattati nei punti seguenti facendo riferimento ai tre tipi di fibra finora maggiormente impiegata (rispondente alle raccomandazioni G.652, G.653, G.655), nell'ottica di individuarne il miglior impiego per le applicazioni DWDM di tipo terrestre.

4.1 Applicazioni sistemistiche per le fibre singolo modo G.652

La fibra G.652 è particolarmente indicata per collegamenti nei quali è richiesto un alto numero di canali: per l'alto valore di area efficace e per l'elevata dispersione cromatica in terza finestra essa è, infatti, esente da effetti d'intermodulazione non lineare come il FWM. La fibra può essere utilizzata per trasmissioni a moderate frequenze di cifra per ogni canale (2,5 Gbit/s), ma anche per frequenze di cifra superiori, come 10 e 40 Gbit/s. In questi due casi è però necessario utilizzare tecniche di compensazione della dispersione cromatica per non limitare eccessivamente la lunghezza delle tratte di rigenerazione.

Con un'allocazione in frequenza dei canali, conforme alla griglia a 100 GHz (0,8 nm) della raccomandazione *ITU-T G.692* [6], è possibile trasmettere, con una modulazione esterna, quaranta canali a 2,5 Gbit/s (STM-16) su un collegamento in fibra G.652 in banda C (1530-1565 nm), senza l'impiego di dispositivi per la compensazione della dispersione e con tratte di rigenerazione di circa 600 km.

Il numero di canali può essere raddoppiato, e portato così a circa ottanta, quando viene adottato un intervallo di frequenza di 50 GHz (0,4 nm). La possibilità di impiegare canali uniformemente spaziatati, offerta dalla fibra G.652, è particolarmente vantaggiosa, in quanto consente di coprire l'intera banda C degli amplificatori ottici in fibra e di sfruttare più efficacemente la potenzialità dei sistemi oggi disponibili in commercio.

Il vantaggio offerto da un'elevata dispersione cromatica in termini di numero di canali DWDM che potrebbero essere trasmessi, si rivela però un limite quando debba essere incrementata la frequenza di cifra per canale. Infatti, nel caso di una trasmissione a frequenza di cifra a 10 Gbit/s (STM-64), a causa della dispersione cromatica, le sezioni di rigenerazione potrebbero ridursi anche a 80-100 km, annullando così i vantaggi offerti dagli amplificatori ottici in linea. Utilizzando opportune tecniche di compensazione della dispersione cromatica è possibile, tuttavia, superare queste limitazioni, sfruttando appieno i vantaggi economici offerti dall'amplificazione ottica: il costo di un amplificatore ottico di linea è, infatti, nettamente inferiore a quello di un rigeneratore Nx10 Gbit/s, con l'ulteriore vantaggio del risparmio di spazio occupato e di consumo di potenza di alimentazione dei dispositivi.

I sistemi DWDM disponibili sul mercato (si veda ad esempio [7]), con canali modulati a 2,5 Gbit/s, sono in grado di raggiungere una capacità aggregata di

No. canali	Velocità di cifra (bit rate) [Gbit/s]	Spaziatura tra i canali [GHz]	Lunghezza dei collegamenti senza rigenerazione [km]	Banda	Rif.	Commenti
32	10	100	450	C	[8]	Unico modulo di compensazione al ricevitore
128	10	50	840	C + L	[9]	Compensazione della dispersione pre, post e in linea, FEC, amplificazione Raman
80	10	50	> 1000	C	[10]	Compensazione della dispersione pre, post e in linea, amplificazione Raman
32	40	100	250	C	[11]	Compensazione di pendenza e valor medio della dispersione cromatica, amplificazione Raman
80	40	100	82	C + L	[12]	Compensazione di pendenza e valor medio della dispersione cromatica, FEC, amplificazione Raman

Tabella 2 Esempi di trasmissione DWDM a 10 ed a 40 Gbit/s su fibra rispondente alla raccomandazione G.652.

100 Gbit/s, in banda C, per ogni coppia di fibre G.652 (40 x 2,5 Gbit/s). Sono anche disponibili sistemi con spaziatura tra i canali di 50 GHz che hanno una capacità aggregata di 200 Gbit/s (80 x 2,5 Gbit/s).

L'impiego di amplificatori ottici in banda L (1565-1625 nm) è compatibile con la fibra G.652 e può consentire in prospettiva un aumento della capacità fino a 200-400 Gbit/s per una coppia di fibre (80-160 x 2,5 Gbit/s). Per aumentare la capacità trasmissiva, l'utilizzo di sistemi a 10 Gbit/s risulta, tuttavia, più conveniente, in quanto riduce il numero di apparati e quindi lo spazio occupato in centrale.

La potenzialità della fibra G.652 per trasmissioni DWDM a 10 ed a 40 Gbit/s è stata verificata in diverse sperimentazioni come indicato nella tabella 2.

Sistemi con canali a 10 Gbit/s sono già disponibili in commercio [7], e talvolta sono offerti come possibile alternativa a quelli a 2,5 Gbit/s a parità di regole di progetto, nel caso siano utilizzati moduli di compensazione della dispersione.

Per quanto riguarda le tecniche di compensazione della dispersione cromatica, i moduli basati sulle fibre ad alta dispersione negativa *DCF (Dispersion Compensating Fiber)*, sono ormai prodotti consolidati e forniti da numerosi costruttori. Risulta, però, ancora difficile trovare sul mercato moduli in fibra in grado di compensare simultaneamente pendenza e valor medio della dispersione, tale da rendere superflua un'equalizzazione per ciascun canale dopo la demultiplicazione nei sistemi a 40 Gbit/s.

Di recente sono stati proposti moduli utilizzando fibre speciali che operano su modi di ordine elevato, in grado di compensare la pendenza e il valor medio della dispersione cromatica sull'intera banda C [13]. Oltre ai moduli in fibra DCF, sono stati sviluppati anche compensatori a reticolo di Bragg, *DCG (Dispersion Compensating Gratings)*, che hanno sempre avuto la limitazione della banda di utilizzo.

Enti di normativa per le fibre e i cavi ottici

I principali Comitati di normalizzazione all'interno dei quali operano i Gruppi di lavoro nel settore delle fibre ottiche sono quattro: l'ITU-T e l'IEC a livello internazionale, l'ETSI e il CENELEC a livello europeo (tabella A). I Comitati hanno non solo competenze geografiche diverse, ma anche differenti finalità: ITU-T e ETSI operano entrambe sulla normativa attinente alle applicazioni nelle telecomunicazioni, mentre IEC e CENELEC operano su una normativa essenzialmente orientata al prodotto industriale.

Sono state stabilite, tuttavia, relazioni molto strette fra i diversi Comitati, alcune formalizzate da precisi accordi di cooperazione come quelli tra IEC e CENELEC e tra ETSI e CENELEC; altre meno formali, ma operanti di fatto attraverso tecnici di collegamento (*liaison*) tra Gruppi di lavoro omologhi. Queste cooperazioni servono naturalmente sia a evitare duplicazioni di lavoro sia a stimolare possibili sinergie.

IEC	Comitato Tecnico TC86	Fibre ottiche
	Sotto-Comitato SC86A	Fibre e cavi ottici
	Gruppo di lavoro WG1	Fibre ottiche (60793-2)
	CENELEC	
	Comitato Tecnico TC86	Fibre e cavi ottici
ITU - T	Gruppo di studio SG15	Reti di trasporto
	Working Party 4	Reti di trasporto ottiche
	Quesito Q.15	Caratteristiche e metodi di verifica per fibre e cavi ottici (G.652; G.653; G.655)
	Gruppo di studio SG6	Impianti esterni
	Working Party 2	Applicazioni dei prodotti
	Quesito Q.6	Costruzione dei cavi ottici
ETSI	Comitato Tecnico TM	Trasmissione e moltiplicazione
	Gruppo di lavoro TM1	Reti, fibre e cavi
	Working Party 1	Fibre cablate e componenti ottici passivi

Tabella A Principali gruppi di lavoro di normalizzazione operanti nel settore portanti ottici.

Nel seguito saranno descritti più in particolare i singoli Comitati e le relative strutture.

L'ITU-T (*International Telecommunication Union - Telecommunication standardization sector*) è organizzato in Gruppi di studio, SG (*Study Group*), all'interno dei quali sono esaminati diversi quesiti, Q (*Question*), che trattano specificamente i vari temi allo studio. I quesiti sono a loro volta raggruppati sotto gruppi di lavoro, WP (*Working Party*), all'interno dello SG. Nello SG15 (*Transport Networks, System and Equipment*), il WP4 (*Transmission*) esamina, tra gli altri argomenti, nel quesito 15/15 (*Characteristics and Test Methods of optical fibres and cables*), le caratteristiche trasmissive dei cavi in fibra ottica. Nel Gruppo di studio SG6 (*Outside Plants*), si curano gli aspetti di costruzione, installazione e manuten-

zione dei cavi ottici. Nel WP2 (*Application of products*) il quesito Q.8 esamina gli aspetti costruttivi dei cavi ottici per le differenti applicazioni impiantistiche.

L'ITU-T redige raccomandazioni che sono generalmente tenute in grande considerazione dall'industria manifatturiera e dagli operatori di telecomunicazioni e rappresentano quasi sempre gli standard *de-facto*.

L'IEC (*International Electrotechnical Commission*) è l'Ente incaricato della preparazione di norme nel settore dell'elettronica e delle relative tecnologie. Il lavoro di preparazione degli standard e di altri documenti tecnici è svolto attraverso i Comitati tecnici, TC (*Technical Committee*), e i Sottocomitati, SC (*SubCommittee*). In quest'ambito le attività inerenti ai portanti ottici fanno capo al Comitato tecnico TC 86 (*Fibre Optics*) il cui Sottocomitato SC 86A (*Optical Fibres and Cables*) si occupa di fibre ottiche e di cavi. Il Sottocomitato SC86A ha due gruppi di lavoro WG1 (*Fibers*) e WG3 (*Cables*). L'IEC redige nel campo dei portanti ottici, norme internazionali e rapporti tecnici informativi (privi però di valore cogente).

In **ETSI (European Telecommunications Standard Institute)** la struttura prevede un Comitato tecnico **TM (Transmission and Multiplexing)** che comprende alcuni Gruppi di lavoro, **WG**. Ogni **WG** è costituito da **Working Parties** e **Special Expert Groups**. Le attività di standardizzazione inerenti le fibre sono trattate nel **WP1 (Cabled Fibres and Passive Optical Components)** del **WG TM1 (Core Networks, Fibres and Cables)**.

Il **CENELEC (Comité Européen de Normalisation ELECTrotechnique)** si occupa della normativa su fibre e cavi ottici nel Comitato Tecnico **TC86A: Optical Fibres and Cables**. Il **CENELEC** produce specifiche generiche e di prodotto sotto forma di norme europee, le **EN (European Norm)**, che sono recepite all'interno della Comunità europea e non possono essere modificate sul piano nazionale.

In particolare acquista notevole importanza il rapporto di cooperazione che esiste tra **CENELEC** e la sua controparte internazionale **IEC**, che permette, tramite procedura di votazione parallela, di non duplicare a livello europeo i lavori già in corso di definizione a livello internazionale e di incorporare quindi le norme **IEC**, eventualmente modificandole a livello europeo. **CENELEC** ha inoltre instaurato un accordo di cooperazione con **ETSI** per la preparazione delle norme europee.

Il lavoro di normazione su fibre e cavi è ormai in corso da diversi anni e ha quindi raggiunto un buon livello di maturità sia in campo internazionale (**ITU-T** e **IEC**) che europeo (**ETSI** e **CENELEC**). Sono stati preparati numerosi documenti e norme riguardanti i principali prodotti disponibili oggi sul mercato.

ITU-T ha emesso raccomandazioni per le fibre multimodo [21] e per le fibre singolo-modo [3; 4; 5; 22]. Un'ultima raccomandazione [23] riporta le definizioni dei parametri trasmissivi e geometrici ed i relativi metodi di misura comuni a tutte le categorie di fibre singolo-modo descritte nelle raccomandazioni (tabella B).

Tipo	IEC	ITU
1) Fibre convenzionali (a dispersione non spostata)	B1.1	G.652
2) Fibre a dispersione spostata (DS)	B1.2	G.654
3) Fibre a perdite minimizzate a 1550 nm	B2	G.653
4) Fibre a dispersione appiattita	B3	-
5) Fibre a dispersione non nulla (NZD)	B4	G.655

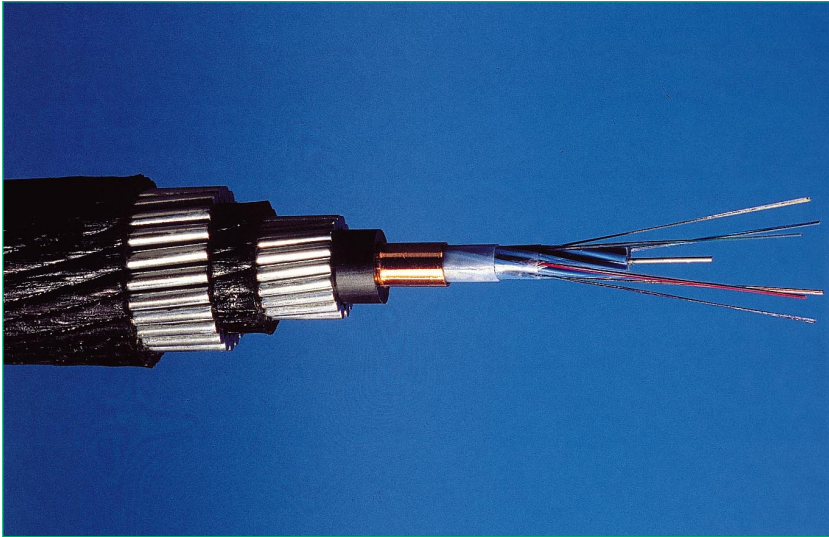
Tabella B Riferimenti normativi relativi ai diversi tipi di fibre singolo modo oggi impiegate.

IEC ha pubblicato una serie di documenti, sia per le fibre sia per i cavi, in cui sono descritti i metodi di misura per la caratterizzazione dei parametri meccanici, geometrici, trasmissivi e ambientali. Sono state, inoltre, pubblicate le specifiche di tutti i principali tipi di fibre disponibili sul mercato, anche di quelle non utilizzate strettamente nel settore delle telecomunicazioni. Il Sottocomitato **86A/WG1** ha rivisto i valori dei parametri caratteristici delle fibre **SM** [24].

Un tema che l'**IEC** ha particolarmente approfondito riguarda la dispersione di polarizzazione, **PMD (Polarisation Mode Dispersion)**, sulla quale è stato preparato un rapporto tecnico contenente tutti i metodi di misura oggi utilizzati [25].

A livello europeo **ETSI** e **CENELEC**, grazie anche all'efficace rapporto di cooperazione instaurato tra i due Enti, hanno prodotto una serie di norme europee, le **EN (European Norms)**, che recependo i requisiti funzionali richiesti dall'**ETSI**, incorporano gli aspetti attinenti alle applicazioni nelle telecomunicazioni del particolare portante ottico considerato.

Nel caso delle fibre, ad esempio, i requisiti funzionali delle **I-ETS** emesse dall'**ETSI** sono stati completamente inseriti nelle rispettive **EN** prodotte dal **CENELEC** che sono strutturate, come le corrispondenti norme **IEC**, in **GS (Generic Specification)** contenenti anche i metodi di misura, in **SS (Sectional Specification)** contenenti le caratteristiche comuni di ogni classe di fibre (multimodo e singolo-modo) e in **FS (Family Specification)** contenenti le caratteristiche specifiche di ogni tipo di fibra considerato.



Fibra ottica cablata per un cavo sottomarino.

Solo di recente è stato proposto un DCG a larga banda (30 nm) operante in banda C [14]. Poiché il mercato di questi moduli di compensazione non è ancora molto ampio, il costo dei dispositivi è piuttosto elevato, ma risulta trascurabile su quello totale del sistema. Il costo di un OFA con modulo di compensazione è poi in genere ben al di sotto di quello relativo ai rigeneratori Nx10 Gbit/s.

Per quanto riguarda l'allocatione dei moduli di compensazione, va ricordato che essi possono essere inseriti nel trasmettitore (*pre-compensazione*), nel ricevitore (*post-compensazione*) oppure in corrispondenza degli amplificatori di linea (*compensazione in linea*) tra i "due stadi" di cui i collegamenti sono composti.

In questi ultimi tempi è stato presentato un nuovo tipo di fibra G.652, caratterizzato da una bassa attenuazione nella banda spettrale da 1360 nm a 1400 nm per soppressione del picco di assorbimento OH. Il nuovo tipo di fibra è stato realizzato per essere impiegato - almeno in un primo tempo - nelle reti metropolitane DWDM ed è simile alle fibre G.652 per quanto riguarda la dispersione cromatica. Poiché tuttavia presenta un'attenuazione minore nella banda compresa tra 1360-1460 nm, essa consente di ospitare più canali WDM, in relazione alla disponibilità di sorgenti ottiche operanti in questa regione dello spettro.

4.2 Applicazioni sistemistiche per fibra a dispersione spostata G.653

La fibra G.653 è stata ideata per applicazioni in uno scenario in cui l'incremento di prestazioni poteva essere ottenuto solo mediante l'incremento della frequenza di cifra del portante ottico (approccio TDM elettrico).

Grazie alla dispersione trascurabile di questa fibra, era possibile spostare i limiti incontrati nella trasmissione di canali modulati a 10 Gbit/s su fibra G.652 (all'epoca non erano infatti ancora disponibili i compensatori della dispersione cromatica).

In questa situazione, l'ultimo fattore limitante rimaneva la dispersione di polarizzazione, *PMD* (*Polarisation Mode Dispersion*). La *PMD* della G.653 è da due a tre volte maggiore di quella delle fibre G.652 (0,4 - 0,7 ps/√km rispetto a 0,1-0,2 ps/√km). I valori di *PMD* consentono collegamenti di centinaia di chilometri a 10 Gbit/s; ma risultano estremamente penalizzanti a 40 Gbit/s, riducendo la lunghezza di rigenerazione ad alcune decine di chilometri e richiedendo l'impiego di tecniche di compensazione e di mitigazione della *PMD*. La fibra G.653, a causa della sua bassa dispersione cromatica in banda C, è assai critica se usata in trasmissioni DWDM, dato che gli effetti di intermodulazione non lineare causati dal FWM, diventano particolarmente marcati [15]. Questo

inconveniente può essere superato con una spaziatura larga e disuniforme dei canali. Il numero dei canali in banda C risulta perciò limitato da otto a dodici, e si ha quindi una capacità massima aggregata trasportabile da un sistema N x 2,5 Gbit/s di 20-30 Gbit/s.

Con questa fibra, la frequenza di cifra per canale può essere aumentata a 10 Gbit/s in banda C, senza che sia necessario compensare la dispersione cromatica, purché si prendano provvedimenti che permettano di mitigare gli inconvenienti dovuti al FWM.

In questo caso è possibile ottenere facilmente capacità aggregate dell'ordine di 80-120 Gbit/s (cioè, 8-12 x 10 Gbit/s). Abbinando l'amplificazione Raman alle tecniche per mitigare l'incidenza degli effetti non lineari, è stata dimostrata la possibilità di trasmettere fino a cento canali a 10 Gbit/s in banda C (spaziatura di 25 GHz) su 175 km di fibra G.653 [16].

Il limite superiore alla capacità massima della fibra G.653 imposto dal FWM, può essere superato ricorrendo all'uso della banda L (1565-1625 nm). Nel campo spettrale oltre 1565 nm, la fibra G.653 ha una dispersione sufficientemente elevata e tale da rendere, in genere, quasi trascurabili le penalità dovute al FWM (come nel caso della fibra G.655 in banda C), e di consentire anche la trasmissione di più canali a 40 Gbit/s. Mediante l'impiego di codici di correzione di errore di tipo *FEC* (*Forward Error Correction*) e di compensatori della dispersione - inevitabili a queste frequenze di cifra - è stata verificata la trasmissione di sedici canali a 40 Gbit/s in banda L [17].

Questa scelta tecnologica, resa disponibile sin dai primi mesi del 2000 da parte di alcuni fornitori, è giustificata nei casi in cui è necessario impiegare l'intera capacità del collegamento. A causa delle limitazioni trasmissive e delle problematiche dovute alla necessità di mitigare diversi effetti sopra citati, la fibra G.653 non è più utilizzata nelle nuove installazioni, ed è stata sostituita dalla fibra G.655. Negli impianti esistenti l'utilizzo della banda L a 10 Gbit/s permette, tuttavia, notevoli incrementi della capacità trasmissiva.

4.3 Applicazioni sistemistiche per fibra a dispersione non nulla G.655

Le caratteristiche più interessanti per applicazioni di sistemi terrestri DWDM sono fornite in generale dalle fibre a dispersione positiva con ampia area efficace e con bassa pendenza della dispersione cromatica.

Tutte le nuove fibre G.655 presentano buone caratteristiche di attenuazione e di geometria. Particolare attenzione è in genere riservata al processo costruttivo per ridurre il più possibile la PMD che può rivelarsi dannosa allorché si aumenta la velocità trasmissiva del canale. Per le sue caratteristiche trasmissive la fibra G.655 è adatta per sistemi DWDM e, in particolare, per l'utilizzo nelle dorsali dove è previsto un sensibile aumento di traffico.

Le fibre G.655 con dispersione positiva sono compatibili con la trasmissione in banda L, anche se sarebbe auspicabile, una pendenza della curva di dispersione minore, in modo da ridurre i valori di dispersione alle lunghezze d'onda superiori e da non perdere i vantaggi economici offerti da un utilizzo ridotto dei moduli di compensazione.

Le fibre G.655, a dispersione negativa, non possono invece essere impiegate in questa regione spettrale, dove si trova lo zero di dispersione, a causa della maggiore incidenza degli effetti non lineari. Queste fibre sono principalmente impiegate nei collegamenti sottomarini, poiché la compensazione periodica della dispersione può essere ottenuta con tratte di fibra G.652.

Le fibre G.655, con area efficace alta e con una ridotta pendenza della curva di dispersione, riducono gli effetti negativi dei fenomeni non lineari. In particolare una bassa pendenza della curva di dispersione semplifica la compensazione della dispersione, che è sempre necessaria sia per trasmettere più canali a 10 Gbit/s su distanze di 300-400 km, sia per sopprimere le distorsioni dovute alla XPM (*Cross-Phase Modulation*). Le distorsioni di XPM poi, sono più alte nel regime di dispersione moderata, tipica delle fibre G.655. La XPM risulta essere perciò, a un primo esame, l'effetto non lineare più dannoso per queste fibre anche se meno penalizzante [18]. Le fibre G.655 non sono, perciò, completamente immuni da problemi di trasmissione.

In linea di principio, le fibre G.655 consentono di realizzare trasmissioni fino a centosessanta canali WDM, modulati a 10 Gbit/s (che utilizzano anche amplificatori operanti in banda L e compensatori di dispersione). I limiti reali nella trasmissione DWDM a capacità aggregate che superano 1 Tbit/s non sono tuttavia perfettamente noti, essendo oggi ancora oggetto di studio. Anche il confronto tra le fibre G.655 e quelle G.652 non ha permesso finora di effettuare una scelta tra i due tipi di fibra.

Le fibre G.655, per la bassa dispersione da esse presentata, consentono velocità di modulazione per canale fino a 40 Gbit/s. Diversi sono infatti gli esperimenti che si stanno conducendo a questo scopo nei più importanti laboratori dei centri di ricerca e dei costruttori di apparati trasmissivi [19, 20].

In pratica, le fibre G.655 dell'ultima generazione sono adatte alla trasmissione simultanea di 40 canali a 10 Gbit/s canali su tratte di alcune centinaia di chilometri, con intervalli di amplificazione di 80-100 km. Una certa attenzione deve comunque essere posta nella scelta delle caratteristiche della fibra (area efficace, parametri di dispersione, PMD) che dovrebbero essere individuate in base alle caratteristiche di trasmissione del sistema DWDM previsto.



A sinistra, la preforma nella fase di stoccaggio.

5. Conclusioni

In quest'articolo sono state analizzate le caratteristiche di trasmissione di fibre ottiche oggi disponibili in commercio, rispondenti alle raccomandazioni ITU-T in relazione alle principali aree applicative. È stato dato rilievo alle prestazioni delle fibre G.652, G.653 e G.655 nelle applicazioni di sistemi DWDM ad alta capacità su collegamenti a lunga distanza. Sono stati quindi esaminati i problemi di trasmissione con particolare riferimento ad alcuni dei principali effetti non lineari della fibra.

È stato anche sottolineato che la fibra G.652, oltre a essere un prodotto ben consolidato, univocamente standardizzato e ampiamente diffuso in tutti i Paesi, consente di ottenere prestazioni con sistemi DWDM ad alta capacità, confrontabili con quelle delle più recenti fibre G.655.

La fibra G.653, per la bassa dispersione cromatica da essa presentata, risulta non essere propriamente adatta a trasmissioni DWDM, a meno che non si usi la trasmissione in banda L, oppure particolari accorgimenti, quali l'amplificazione Raman o altre tecniche per mitigare gli effetti non lineari in banda C.

La produzione di questo tipo di fibra è ormai stata sospesa, tranne che in Giappone, a favore dei nuovi tipi di fibra G.655. Per i gestori delle reti di telecomunicazioni che hanno già installato questo tipo di fibra nei propri collegamenti, l'utilizzo della banda L rappresenta un'ottima soluzione per sfruttarne meglio le potenzialità, anche alla luce dei costi che si dovrebbero sostenere per posare nuovi portanti.

Per quanto riguarda la fibra G.655, essa non sembra essere ancora la soluzione vincente per le trasmissioni DWDM: nel campo della ricerca grandi sforzi sono, infatti, oggi indirizzati a rendere minimo l'impatto degli effetti non lineari (XPM).

È stato, infine, chiarito che, indipendentemente dal tipo di fibra utilizzato, la nuova generazione di sistemi DWDM ad alta capacità e con elevata frequenza di cifra (superiore a 10 Gbit/s), sarà caratterizzata da un impiego quasi sistematico di moduli che compensano la dispersione cromatica e la pendenza della curva di dispersione.

Abbreviazioni

CENELEC	Comité Européen de Normalisation ELECTrotechnique
DCF	Dispersion Compensating Fibre
DCG	Dispersion Compensating Gratings
DS	Dispersion Shifted fiber
DWDM	Dense Wavelength Division Multiplexing
EDFA	Erbium-Doped Fibre Amplifier
EDTFA	Erbium-Doped Tellurite Fibre Amplifier
EN	European Norm
ETSI	European Telecommunications Standard Institute
FEC	Forward Error Correction
FS	Family Specification
FWM	Four Wave Mixing
GS	Generic Specification
IEC	International Electrotechnical Commission
ITU-T	International Telecommunication Union - Telecommunication standar- dization sector
IVD	Inside Vapour Deposition
MCVD	Modified Chemical Vapour Deposition
NZD	Non-Zero Dispersion
OFA	Optical Fibre Amplifiers
OVD	Outside Vapour Deposition
PMD	Polarisation Mode Dispersion
SC	SubCommittee
SG	Study Group
SM	Single Mode
SPM	Self Phase Modulation
SS	Sectional Specification
TC	Technical Committee
TM	Transmission and Multiplexing
VAD	Vapour Axial Deposition
WP	Working Party
XPM	Cross-Phase Modulation

Bibliografia

- [1] Kao, C.K.; Hockham, G.A.: *Dielectric-fibre surface waveguides for optical frequencies*. «Proceedings IEE», Vol. 113, n. 7, luglio 1966, pp. 1151-1158 - ripreso anche in: «Notiziario Tecnico Telecom Italia», Supplemento al n. 3/1996, pp. 14-21.
- [2] Kapron, F.P.; Keck D.B.; Maurer R.D.: «Appl. Phys. Lett.» 17, 423, 1970.
- [3] *Characteristics of a single-mode optical fibre cable*. ITU-T Rec. G.652.
- [4] *Characteristics of a dispersion shifted single-mode optical fibre cable*. ITU-T Rec. G.653.
- [5] *Characteristics of a non-zero dispersion single-mode optical fibre cable*. ITU-T Rec. G.655.
- [6] *Optical interfaces for multichannel systems with optical amplifiers*. ITU-T Rec. G.692.
- [7] <http://www.cisco.com/warp/public/cc/pd/olpl/olcr/on15800>
http://www.nortelnetworks.com/products/01/optera/long_haul/1600/index.html
<http://www.bell-labs.com/innoovate98/optnet/optnet4.html>
<http://www.marconi.com/html/solutions/plx4080160.htm>
http://www4.alcatel.com/products/productsbytechnology.jhtml?_DARGS=%2Fproducts%2Finclude%2Fdropdowns.jhtml.1
http://www.siemens.com/page/1,3771,209219-1-999_1_0-0,00.html
- [8] Blondel, J-P.; Brandon, E.; Labrunie, L.; Roux, P.L.; Toullier, D.; Zarris, G.: *Error free 32x10Gbit/s unrepeated transmission over 450 km*. ECOC '99, Nice, settembre 1999, post dead line paper PD2-6, p. 34.
- [9] Terahare, T.; Hoshida, T.; Kumasako, J.; Omeka, H.: *128 x 10.66 Gbit/s transmission over 840 km standard SMF with 140 km optical repeater spacing (30.4 dB loss) employing dual-band distributed Raman amplification*. OFC '00, Baltimora, marzo 2000, post dead line paper PD-28.
- [10] Marcerou, J.F.; Pitel, F.; Vareille G. et al.: *From 40 to 80 x 10Gbit/s DWDM transmission for ultra long haul terrestrial transmission above 3000 km*. OFC '01, Anaheim, marzo 2001, paper ME3.
- [11] Brandon, E.; Blondel, J-P.; Bonbal, F.; Buet, L.; Havard, V.; Hugbart, A.; Labrunie, L.; Le Roux, P.; Toullier, D.; Uhel, R.: *128 Tbit/s (32 x 40 Gbit/s) unrepeated transmission over 250 km*. ECOC '00, Monaco di Baviera, settembre 2000, Vol. 4, pp. 21-23.
- [12] Chen, D.; Wheeler, S.; Nguyen, D. et al.: *3.2 Tbit/s field trial (80 x 40 Gbit/s) over 3 x 82 km SSMF using FEC, Raman and tunable dispersion compensation*. OFC '01, Anaheim, marzo 2001, post dead line paper PD-36.
- [13] Gnauck, A.H.; Garrett, I.D.; Danziger, Y.; Levy, U.; Tur, M.: *Dispersion and dispersion slope compensation of NZDSF for 40 Gbit/s operation over the entire C band*. OFC '00, Baltimora, marzo 2000, post dead line paper PD-8.

- [14] Brennan III, J.F.; Hernandez, E.; Valenti, J.A. et al.: *Dispersion and dispersion slope correction with a fiber Bragg grating over the full C band*. OFC '01, Anaheim, marzo 2001, post dead line paper PD-12.
- [15] Agrawal, G.P.: *Non linear fibre optics*. Academic Press, II Ed., 1995.
- [16] Takashina, K.; Shibano, E.; Taga, H.; Goto, K.: *1 Tbit/s (100 ch x 10 Gbit/s) WDM repeaterless transmission over 200 km with Raman Amplifier*. OFC '00, Baltimora, marzo 2000, paper FC8.
- [17] Hirano, A.; Yonenga, K.; Miyamoto, Y. et al.: *640 Gbit/s (16 ch x 42.7 Gbit/s) WDM L-band DSF transmission with 25 nm bandwidth slope compensator*. ECOC '00, Monaco di Baviera, settembre 2000, Vol. 4, pp.15-16.
- [18] Furst, C.; Scheerer, C.; Mohs, G.; Elbers, J-P.; Glingener, C.: *Influence of the dispersion map on limitations due to cross-phase modulation in WDM multispan transmission systems*. OFC '01, Anaheim, marzo 2001, paper MF4.
- [19] Bigo, S.; Frignac, Y.; Chalet, G.; Borne, S. et al.: *10.2 Tbit/s (256 x 42.7 Gbit/s PDM/WDM) transmission over 100 km of Terallight' fibre with 1.28 bit/s/Hz spectral efficiency*. OFC '01, Anaheim, marzo 2001, post dead line PD-25.
- [20] Zhu, B.; Leng, L.; Nelson, L.E. et al.: *3.08 Tbit/s (77 x 42.7 Gbit/s) transmission over 1200 km of non-zero-dispersion-shifted fiber with 100 km span using C and L band distributed Raman amplification*. OFC '01, Anaheim, marzo 2001, post dead line PD23.
- [21] *Characteristics of a 50/125 μm multimode graded index optical fibre cable*. ITU-T Rec. G.651.
- [22] *Characteristics of a 1550 nm wavelength loss minimized single-mode optical fibre cable*. ITU-T Rec. G.654.
- [23] *Definition and test methods for the relevant parameters of single-mode fibres*. ITU-T Rec. G.650.
- [24] *Sectional Specification for B singlemode fibre*. IEC 60793-2-50, Edition 1.
- [25] *Polarisation-mode dispersion measurement techniques for single-mode optical fibres*. IEC 60793-1-48.



Daniele Cuomo, laureato in Fisica presso l'Università Federico II di Napoli nel 1982, si è occupato di propagazione elettromagnetica presso la Facoltà di Ingegneria della stessa Università fino al 1988, anno nel quale è stato assunto dalla Fibre Ottiche Sud F.O.S. S.p.A., azienda italiana manifatturiera di fibre ottiche per telecomunicazioni, di proprietà del Gruppo Pirelli. Si è occupato inizialmente di ricerche sulla propagazione in fibra e sulle tecniche di caratterizzazione del prodotto, per poi diventare

responsabile della Qualità e dell'Assistenza tecnica ai Clienti. Ha partecipato assiduamente, a partire dal 1989, a diversi comitati di standardizzazione, nazionali e internazionali, come delegato nazionale all'IEC SC86A, allo SG15 in ITU-T, al CENELEC TC SC86A. Ha insegnato, per diversi anni, Ottica e comunicazioni ottiche presso l'Università di Salerno e di Benevento.



Francesco Montalti ha conseguito la laurea in Fisica presso l'Università "La Sapienza" di Roma nel 1976, meritando la lode. Dal 1979 al 1985 ha svolto attività di ricerca sulle fibre ottiche presso il Laboratorio Centrale delle Industrie Face Standard (ITT) a Pomezia. Nel 1985 è stato assunto in SIP (oggi Telecom Italia) presso la Direzione Generale, dove si è occupato dello sviluppo dei cavi in rame e in fibra ottica e degli accessori di rete e della qualificazione dei relativi costruttori. È ora responsabile delle Specifiche Tecniche dei cavi e materiali per la rete di accesso nell'ambito della Linea Ingegneria delle Infrastrutture di Domestic Wireline di Telecom Italia. Ricopre cariche a livello nazionale ed internazionale negli Enti normativi, in particolare le Presidenze dello Study Group 6 (Outside Plant) dell'ITU-T e del Sottocomitato 86B (Componenti Passivi) del CEL. È autore di numerose pubblicazioni.



Alberto Rossaro si è laureato in Ingegneria Elettronica nel 1989 presso il Politecnico di Torino. Nel 1988 ha iniziato la sua collaborazione con CSELT (oggi TILAB), dove ha svolto la tesi di laurea su un sistema a microprocessore per l'autoallineamento di un interferometro laser per la costruzione di fibre ottiche. Da allora si è occupato di metodi di misura, caratterizzazione e qualificazione di fibre ottiche, maturando significative esperienze soprattutto per quanto riguarda gli aspetti trasmissivi: misure di MFD, misure riflettometriche, aspetti di dispersione cromatica e di dispersione di polarizzazione (PMD). Dal 1993 ha iniziato a partecipare ai più importanti Enti di normativa: è delegato italiano nel Sottocomitato IEC SC86A "Optical Fibres" ed è Liaison Officier tra CENELEC TC86 "Optical Fibres and cables" ed ETSI TM1/WP1 "Cabled Fibres and Passive Optical Components", di cui è recentemente diventato Chairman. Da più di un anno si occupa della caratterizzazione delle fibre ottiche della rete paneuropea, di sistemi di gestione di apparati WDM e di aspetti sistemistici dovuti ai fenomeni di dispersione. È autore di circa quaranta articoli tecnici per riviste e convegni internazionali.



Tiziana Tambosso si è laureata con lode all'Università di Pavia nel 1983. Ha operato per due anni in SGS (oggi ST Microelectronics), come progettista di circuiti microelettronici per l'applicazione nelle telecomunicazioni. Nel 1988 ha conseguito il Dottorato di Ricerca in Ingegneria Elettronica, presso l'Università di Pavia, conducendo ricerche nel settore dell'optoelettronica, componenti ottici passivi e sensoristica in fibra ottica. Dal 1989 al 1993 ha guidato un gruppo di ricerca presso la direzione R&D della SIRT, sviluppando accoppiatori in fibra ottica, attenuatori ottici e amplificatori in fibra ottica. Dal 1993 lavora in CSELT (oggi TILAB) dove ha svolto ricerche nel settore degli amplificatori ottici e dei componenti passivi in fibra ottica sia come responsabile di un gruppo di ricerca, sia, attualmente, come responsabile di progetto. Dal 1993 al 1997 è stata Segretario del Sottocomitato IEC SC86B per la standardizzazione dei componenti passivi in fibra ottica. Detiene otto brevetti ed è autore di più di quaranta lavori su riviste o per convegni internazionali. Inoltre, è membro della AEI (*Associazione Elettrotecnica Italiana*), da cui ha ricevuto due premi; è senior member della IEEE ed è segretario dell'Italian Chapter IEEE LEOS (Laser and Electro Optic Society).

Il sistema trasmissivo HDSL

CARLO CORI
LORENZO MAGNONE

Lo sviluppo e l'applicazione delle tecnologie xDSL (x Digital Subscriber Line) hanno consentito di rivalutare l'utilizzo della rete di accesso in rame che, fino a pochi anni fa, era considerata in declino e destinata a essere sostituita rapidamente da quella in fibra ottica. Questa tecnologia ha, infatti, permesso di impiegare le potenzialità del doppino telefonico utilizzandolo per bande di frequenza fino all'ordine delle decine di MHz.

Nella famiglia xDSL, i sistemi HDSL (High bit-rate Digital Subscriber Line) sono stati i primi a conoscere una notevole diffusione nelle reti di telecomunicazione.

Nell'articolo - oltre a fornire alcuni elementi della trasmissione HDSL, dalla struttura della trama alla forma dell'impulso - si descrivono i fattori che influenzano le prestazioni del collegamento HDSL e si presentano i diversi elementi che costituiscono il sistema.

1. Introduzione

La rete telefonica mondiale è costituita oggi da circa 600 milioni di rilegamenti di utente realizzati su coppie simmetriche di portanti in rame; la rete di accesso esistente costituisce perciò un patrimonio di elevato valore e continuerà a esserlo ancora per molti anni, anche nell'ambito di evoluzioni che prevedono l'introduzione graduale di sistemi su portanti ottici nella rete di accesso. Una così diffusa capillarità, unita alla richiesta di trasmissione di dati a velocità via via crescente che si è verificata negli ultimi decenni, è stata una delle maggiori spinte a cercare di impiegare in misura rilevante sistemi di trasmissione numerica ad alta velocità sul doppino telefonico.

Per sfruttare appieno la capacità disponibile su questo canale trasmissivo, ben oltre la banda di 4 kHz per cui era stato originariamente progettato e impiegato in rete, è stato necessario mettere a punto complesse tecniche di elaborazione del segnale, in particolare per ciò che attiene l'equalizzazione del segnale ricevuto.

I sistemi che utilizzano queste tecniche, noti sotto il generico acronimo di xDSL (x Digital Subscriber Line), hanno cominciato ad essere disponibili all'inizio degli anni Novanta. La "x" specifica



Figura 1 Alcune terminazioni di utente HDSL utilizzate da Telecom Italia.

il particolare sistema della famiglia; ad oggi sono definiti i sistemi Asymmetric (x=A), Symmetric (x=S), High bit-rate (x=H) e Very high bit-rate (x=V).

In figura 1 sono illustrate le terminazioni di utente più diffuse per HDSL.

In questo articolo si riporta l'evoluzione della tecnologia HDSL, le sue principali caratteristiche e una descrizione dei sistemi utilizzati in Telecom Italia.

2. Inquadramento storico

Con l'acronimo DSL si indica il sistema trasmissivo di linea relativo all'accesso base *ISDN (Integrated Services Digital Network)*, che definisce un'interfaccia trasmissiva a 160 kbit/s e che costituisce, a tutti gli effetti, il capostipite dei sistemi xDSL.

Verso la fine degli anni Ottanta, il Comitato tecnico *ANSI (American National Standards Institute)* T1E1.4 avviò la definizione di un sistema numerico per la trasmissione di flussi T1 a 1,544 Mbit/s (primo livello della gerarchia numerica plesiocrona impiegata in Nordamerica) che fosse in grado di sostituire il tradizionale sistema di linea con codifica *AMI (Alternate Mark Inversion)*, impiegato nella rete di giunzione americana.

In uno scenario di mercato che vedeva crescere in misura sensibile la richiesta di linee affittate, un requisito primario del nuovo sistema denominato *HDSL (High bit-rate Digital Subscriber Line)* era quello di poter accelerare la fornitura di circuiti diretti numerici ad alta velocità senza dover eseguire, preliminarmente, le attività di bonifica ai portanti necessarie sulle linee *AMI* (selezione delle coppie, rimozione di derivazioni in parallelo) e, al contempo, cercando di evitare l'impiego di rigeneratori necessari su distanze comprese tra 2 e 4 km, in funzione del diametro dei conduttori.

Questo obiettivo poteva essere soddisfatto grazie all'adozione della tecnica di trasmissione full-duplex a cancellazione d'eco e della codifica a quattro livelli *2B1Q (2 Binary 1 Quaternary)*.

Anche in ambito europeo cominciò a essere considerata di interesse la possibilità di disporre di sistemi in grado di sostituire le linee tradizionali a 2,048 Mbit/s con codifica *HDB3* con quelle che utilizzano il codice HDSL, in modo da semplificare le procedure di attivazione.

3. Soluzioni possibili

In accordo con lo standard europeo (ETSI TS 105 135 v1.5.1), la tecnologia di trasmissione HDSL fornisce una capacità netta di trasporto di 2,304 Mbit/s attraverso tre possibili configurazioni di sistema che prevedono l'impiego rispettivamente di una, due o tre coppie.

Nelle configurazioni a due o a tre coppie il flusso informativo è suddiviso in ugual modo sulle coppie utilizzate.

Sebbene il sistema di trasmissione risulti più complesso al crescere del numero delle coppie - in quanto il numero di *transceiver* risulta pari a quello delle coppie impiegate nel trasporto dell'informazione - l'utilizzo di più coppie permette di raggiungere distanze geografiche maggiori tra gli estremi della connessione dalla centrale alla sede d'utente.

La soluzione HDSL prevede di utilizzare una trasmissione bidirezionale simmetrica a cancellazione d'eco su ciascuna delle coppie utilizzate e con due possibili opzioni per la codifica di linea:

- il codice di linea 2B1Q (2 Binary 1 Quaternary)*, nei sistemi a uno, due o tre coppie. Per entrambi i versi di trasmissione, il trasporto del segnale è effettuato in questo caso mediante l'invio di sequenze di impulsi con velocità di segnalazione pari alla metà della banda lorda di trasmissione (come chiarito nel riquadro di pagina 82);
- il codice di linea CAP (Carrierless Amplitude Phase)*, nei sistemi a una o due coppie. In questo caso si utilizza una codifica di linea con maggiore efficienza di banda rispetto a quella del sistema *2B1Q*. Essa è in particolare del tutto equivalente a quella di un codice *QAM (Quadrature Amplitude Modulation)* a 128 punti, impiegato tradizionalmente nei sistemi radio. Le prestazioni di questo sistema, a parità di velocità di cifra (*bit-rate*), sono migliori rispetto a quelle consentite dalla codifica *2B1Q* grazie all'adozione di una codifica di linea basata su un codice a traliccio - *TCM (Trellis Code Modulation)* - che garantisce circa 3 dB di guadagno. Questo miglioramento comporta tuttavia una maggiore complessità del sistema e quindi, in genere, maggiori costi.

I sistemi HDSL, rispetto a quelli numerici tradizionali a 2,048 Mbit/s basati sulla codifica *HDB3*, consentono, per un tasso di errore nominale migliore di 10^{-7} , prestazioni trasmissive superiori nei riguardi della portata del collegamento. Con i sistemi HDSL non è quindi necessario introdurre passi di rigenerazione sul rilegamento fino a lunghezze variabili tra circa 2,5 e 3 km. Questo miglioramento nell'impiego della rete di accesso è dovuto all'adozione di una codifica di linea (quella *2B1Q* nel caso di Telecom Italia) che permette di occupare una banda di trasmissione limitata a una zona dello spettro nella quale risultano migliori le caratteristiche trasmissive della coppia in rame e, in particolare, l'attenuazione e la diafonia.

Il sistema HDSL possiede anche caratteristiche innovative legate alla possibilità di disporre di un canale di servizio in banda per la gestione e la manutenzione del livello fisico.

Nella figura 2 sono riportati i due sistemi a 2 Mbit/s con codifica *HDB3* e *HDSL*.

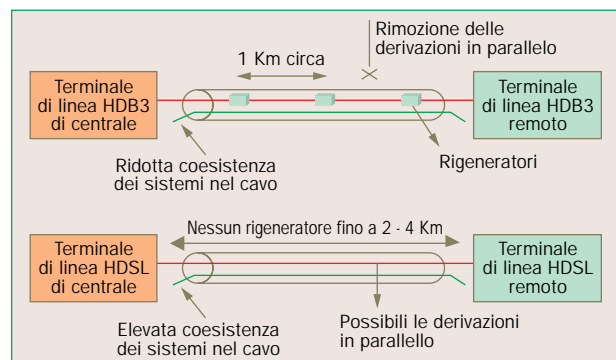


Figura 2 Sistema a 2 Mbit/s con codifica rispettivamente *HDB3* e *HDSL*.

LA CODIFICA 2B1Q

Il flusso di bit, corrispondente alla porzione di carico utile (*payload*) HDSL, trasmesso su ciascuna coppia e sottoposto a precedente operazione di *scrambling*, è organizzato in gruppi di due bit. Ciascun gruppo, senza aggiunta di alcuna ridondanza, è codificato in uno di quattro possibili livelli, denominati rispettivamente -3, -1, +1, +3 ai quali corrispondono livelli appropriati di tensione dell'impulso di segnalazione inviato in linea, come chiarito nel riquadro di pagina 85.

Nella figura A si riportano la codifica 2B1Q e la corrispondente realizzazione pratica di una segnalazione multilivello in banda base PAM (*Pulse Amplitude Modulation*).

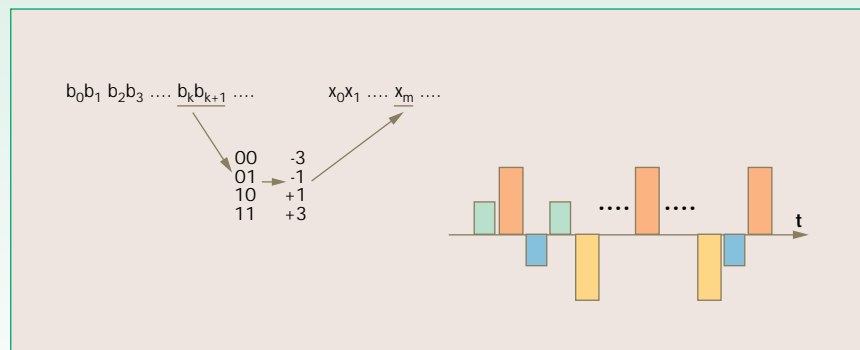


Figura A Schema della codifica 2B1Q a quattro livelli.

4. Il sistema di linea HDSL

Il sistema di linea HDSL (*High Digital Subscriber Line*) consente il trasporto delle seguenti tipologie di segnali, all'interno di un flusso bidirezionale ad alta velocità su due coppie simmetriche in rame:

- flusso a 2048 kbit/s non strutturato (D2048U - Digital 2048 Unframed), G.703/G.704;
- flusso a 2048 kbit/s strutturato (D2048S - Digital 2048 Structured), G.703/G.704;
- flusso a 2048 kbit/s con struttura di trama secondo la Raccomandazione G.706 dell'ITU ed eventuale servizio di trasporto di flussi $n \times 64$ kbit/s, nel caso di presenza della terminazione DCE-3;
- flusso a 2048 kbit/s strutturato con prestazioni ISDN PRA (*ISDN Primary Rate Access*).

Il collegamento è realizzato mediante un terminale posto presso una centrale, LTU (*Line Termination Unit*) e uno installato presso la sede del cliente, NTU (*Network Termination Unit*).

Nel caso di distanze superiori alla portata nominale del sistema sono naturalmente utilizzati apparati di rigenerazione di linea.

L'impiego del sistema è previsto sia per il trasporto di segnali generati presso la residenza dell'utente e inviati verso la rete di trasmissione e viceversa, sia per collegamenti fra centrali. L'NTU è realizzato in due versioni: una con le sole funzioni di base HDSL, l'altra che integra anche le funzioni di un DCE-3 (in accordo con il Capitolato tecnico Telecom Italia n. 1368).

In generale è richiesta la possibilità di telealimentare dal terminale di centrale (LTU) il terminale remoto (NTU) o il rigeneratore (REG), qualora presente.

Nella figura 3 è riportato un esempio di subtelai completamente equipaggiato con l'area prevista per l'attestazione dei cavi ad esso relativi.



Figura 3 Subtelai completamente equipaggiato. Nella parte superiore l'area per l'attestazione dei cavi.

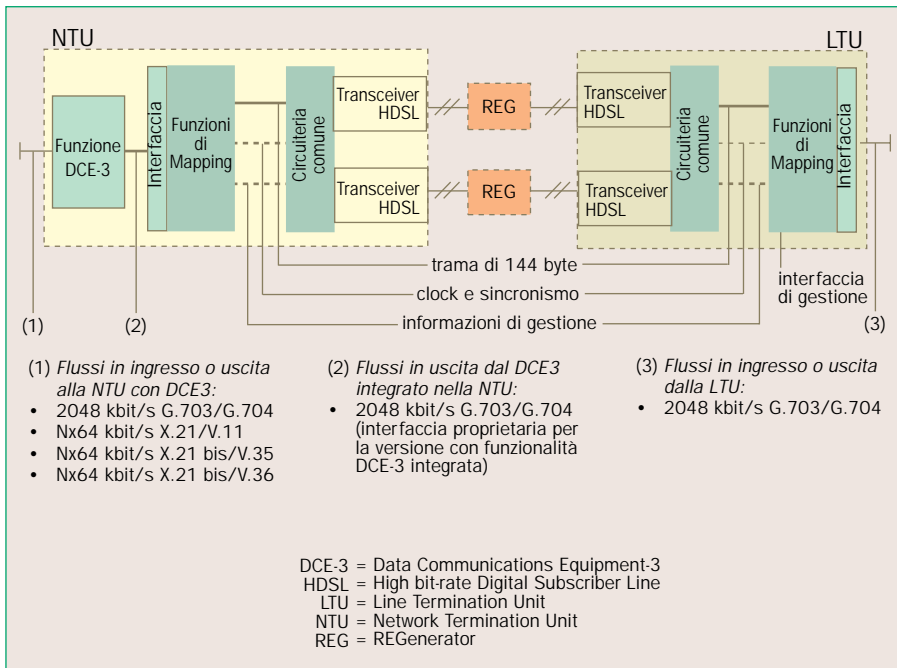


Figura 4 Schema a blocchi del sistema di linea HDSL.

Nella figura 4 è riportato lo schema a blocchi degli elementi che compongono il sistema HDSL sopra descritto.

5. Apparati che costituiscono il sistema HDSL

Nella tabella 1 sono riportati i possibili diversi tipi di collegamento HDSL con eventuali apparati di rigenerazione posti lungo il collegamento.

Collegamento tra centrale e cliente
• N3 (LTU) - N3 (NTU)
• N3 (LTU) - stand alone (NTU)
• stand alone (LTU) - stand alone (NTU)
Collegamento tra centrale e centrale
• N3 (LTU) - N3 (LTU)
• N3 (LTU) - stand alone (LTU)
• stand alone (LTU) - stand alone (LTU)

Ciascun collegamento può essere dotato di uno o due rigeneratori di linea. N3 indica la soluzione meccanica impiegata per questi sistemi.

Tabella 1 Tipologie di collegamento HDSL.

Nella configurazione più comune l'apparato LTU è installato in centrale in meccanica N3, mentre quello NTU è un apparato d'utente remoto (*stand alone*), da tavolo o da muro. Possono presentarsi comunque esigenze particolari, per cui anche presso la sede del cliente è necessario installare apparati da telaio o, viceversa, in centrale terminali stand alone.

Le stesse configurazioni potrebbero essere utilizzate

per collegamenti realizzati per connettere due centrali.

Di seguito sono illustrate le parti componenti il collegamento HDSL e sono riportati i requisiti tecnico funzionali più significativi.

5.1 Subtelaio per terminazione di centrale (LTU) in meccanica N3

Il subtelaio è inserito all'interno di un telaio ETSI N3 con profondità singola (figura 5). Esso ha quindi dimensioni in larghezza e in profondità tali da poter essere installato nelle centrali trasmissive che hanno le stesse caratteristiche.

L'altezza massima è di 500 mm, in modo da poter inserire quattro subtelai in ogni telaio.

Il subtelaio presenta, in genere, nel fronte superiore, una sezione per l'attestazione dei cavi, arretrata rispetto alla zona sottostante, che contiene le unità e che è collegata alla barra di massa del telaio per mezzo di una corda di terra.

Ogni subtelaio riceve due alimentazioni secondarie, provenienti da una sorgente centralizzata, con tensione continua -48 V oppure -60 V.

Ai subtelai è fornita un'ulteriore tensione continua - tensione di servizio - separata dalle precedenti, che

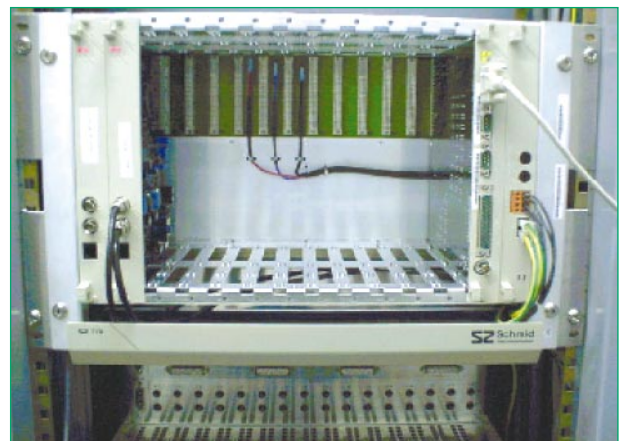


Figura 5 Esempio di subtelaio.

può essere indifferentemente a -48 V oppure a -60 V. Le funzioni di alimentazione del subtelaio, se centralizzate, devono essere ridondate con uno schema che preveda almeno una unità di riserva per le N unità differenti (schema N+1).

La dissipazione massima per subtelaio completamente equipaggiato è inferiore a 130 W.

Nella zona riservata all'attestazione dei cavi, arre-

Struttura della trama del sistema HDSL a 2 coppie

La trama è suddivisa in quattro gruppi. Il primo inizia con sette simboli quaternari per la parola di sincronismo. Esso è seguito da un simbolo quaternario HOH di servizio (overhead) HDSL e da dodici blocchi del segnale utile (payload) HDSL, ognuno dei quali consiste di 72,5 simboli quaternari, equivalenti a 145 bit, contenenti un bit di overhead z_{mn} e diciotto bit di trama. Il bit z_{mn} ($m=1;2$ indica una delle due coppie; $n=1;48$ è il numero dei blocchi di payload presenti nella trama) rappresenta un ulteriore canale di overhead, per cui sono disponibili 48 bit per trama di ogni sistema HDSL ciascuno con la capacità di 8 kbit/s.

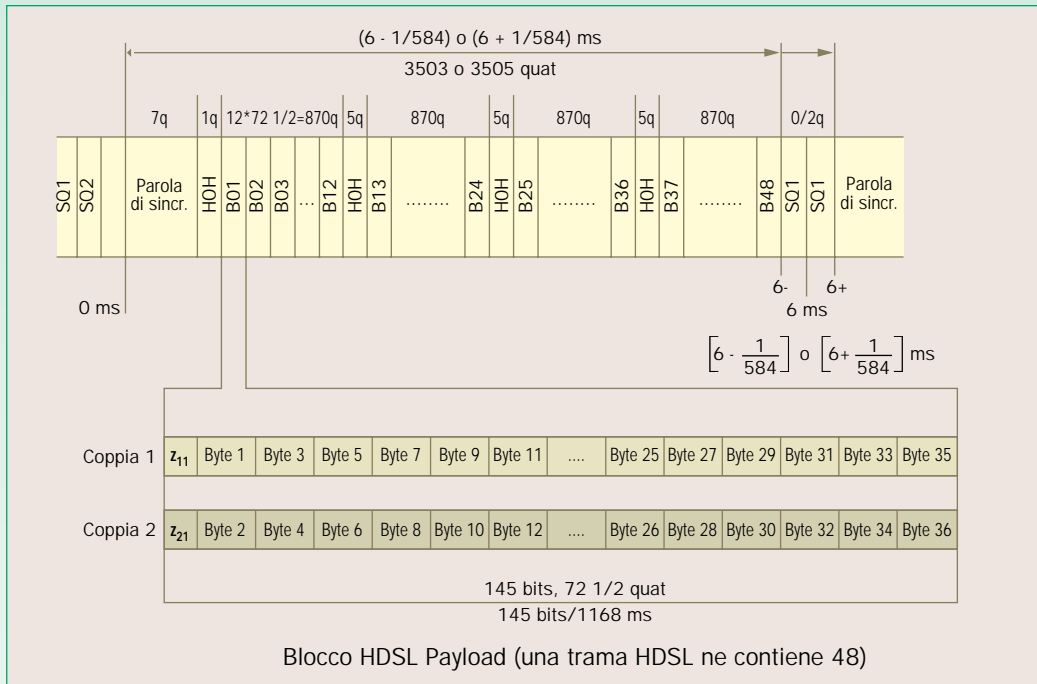


Figura A Trama del sistema HDSL a 2 coppie.

I primi 8 z bit ($z_{m1}..z_{m8}$) sono riservati: i bit z_{m1} e z_{m2} sono impiegati per identificare la coppia; gli altri sono destinati a un uso futuro e per ora sono predisposti a 1.

I bit z da 9 a 48 dipendono dall'applicazione e sono trasportati in modo trasparente dal sistema.

I tre gruppi successivi al primo hanno la stessa struttura. Ognuno consiste di cinque simboli quaternari di overhead e di dodici blocchi di payload. In definitiva una trama HDSL contiene una parola di sincronizzazione, 16 simboli quaternari di overhead, 48z bit e 864 byte di informazione. Il ritmo binario lordo complessivo di 2304 kbit/s (144 byte ogni 500 μ s) si ottiene, nel caso di due sistemi HDSL, assegnando ad ognuno un ritmo binario di 1152 kbit/s. Tenendo presente che la somma del numero di z bit e dei bit informativi è 6912 bit, si ottiene una durata media della trama HDSL di ognuno dei due sistemi di $6912/1152 = 6$ ms.

La trama è chiusa da due simboli quaternari di riempimento usati sempre assieme. La lunghezza della trama HDSL può allora essere costituita da 3505 simboli quaternari, pari a $6 + 1/584$ ms, ovvero da 3503 simboli quaternari corrispondenti a $6 - 1/584$ ms.

Il ricevitore può valutare la lunghezza della trama in arrivo rilevando la parola di sincronismo e regolando il demultiplatore del flusso di dati.

Sono disponibili punti di misura, che permettono di effettuare prove sui flussi a 2 Mbit/s, sia nel corso dei collaudi, sia in fase di manutenzione. Il punto di misura è presente su ogni unità equipaggiata nel subtelai o può essere centralizzato e, in questo caso, il flusso sotto misura è selezionabile via software. Il segnale disponibile sui punti di misura ha le stesse caratteristiche del segnale presente all'interfaccia in misura.

5.2 Terminazione di centrale

La terminazione di centrale, *LTU (Line Termination Unit)*, nella zona di attestazione dei cavi ha le interfacce per attestare la linea HDSL, lato cliente, e il flusso a 2 Mbit/s, lato rete, con un'impedenza a 75 Ω sbilanciata o, mediante predisposizione, con un'impedenza a 120 Ω bilanciata. Su ogni unità HDSL è anche presente un connettore femmina sub D a 9 pin per la connessione del TAL.

La terminazione di centrale può essere mono o bicanale e in genere telealimenta sia l'unità *NTU (Network Termination Unit)* che l'eventuale rigeneratore di linea presente nel collegamento. Il telealimentatore è integrato nella scheda HDSL.

È comunque sempre possibile disattivare, tramite comando, la funzione di telealimentazione, continuando a garantire tutte le altre funzionalità della linea HDSL, e alimentare localmente la terminazione NTU.

È anche disponibile una versione non da telaio (stand alone) del terminale di linea HDSL *LTU*, che realizza in una località remota le funzioni relative alla versione da telaio. In essa sono disponibili tutte le prestazioni relative al sistema di trasmissione (accesso TAL, configurazione *master-slave*, telealimentazione).

5.3 Terminazione di utente stand alone

Questo tipo di apparato, già mostrato in alcune versioni impiegate da Telecom (figura 1), realizza le funzioni di un terminale di linea HDSL e permette di essere interconnesso lato rete con la linea HDSL e lato utente al flusso a 2 Mbit/s, sia con un'impedenza

a 75 Ω sbilanciata sia, mediante la predisposizione, con una impedenza a 120 Ω bilanciata.

Nel caso in cui sia presente il modem DCE-3 integrato, l'apparato permette le connessioni di flussi dati nx64 kbit/s rispondenti alle raccomandazioni X.21/V.11, X.21bis/V.35 e X.21bis/V.36 dell'ITU. In questo caso per consentire la gestione del DCE-3 integrato nel terminale di linea HDSL quando questo è collegato alla rete CDN, si utilizza un apposito protocollo di comunicazione con il *CGR (Centro Gestione Rete)*, definito da Telecom Italia nel Capitolato tecnico n. 1302.

Il terminale HDSL è posto all'interno di un contenitore di plastica di dimensioni contenute, che può essere installato a muro o posto su un tavolo.

Sul frontale dell'apparato sono presenti alcune indicazioni luminose, quali ad esempio: loop locale o remoto, allarme esterno sull'interfaccia a 2 Mbit/s, mancanza di alimentazione.

Sono presenti, inoltre i connettori indicati nella tabella 2.

In condizioni normali, l'apparato posto presso il cliente è telealimentato dal terminale di centrale mediante una tensione continua a 115 V su entrambe le coppie. Nella configurazione che prevede l'utilizzo di rigeneratori di linea, la terminazione è predisposta per essere alimentata localmente da rete con una tensione di 220 V. In particolari applicazioni, per le quali sia richiesta l'installazione presso il cliente di un telaio N3 con NTU, le unità sono alimentate con una stazione di energia, completa di carica-batterie, che permette il passaggio da corrente alternata a continua e da un insieme di batterie tampone che garantiscono un'autonomia di almeno otto ore in caso di mancanza dell'alimentazione da rete.

La stazione di energia è sorvegliata mediante almeno due allarmi riportati verso la rete di supervisione: l'allarme urgente della stazione d'energia (tensione delle batterie scese al di sotto del 50 per cento del valore nominale) e l'allarme non urgente relativo al guasto della conversione da corrente alternata a continua. L'assorbimento dell'apparato è mediamente inferiore a 7 W.

5.4 Rigeneratore di linea

Il complesso di rigenerazione della linea HDSL è composto da uno o due apparati di rigenerazione di linea HDSL. Il sistema HDSL permette, nel caso di cavo plastico con conduttori di diametro 0,4 mm, una portata di circa 2400 m (pari a 27 dB di attenuazione della linea), che diventano 4800 m con l'utilizzo di un rigeneratore e 7200 m con l'impiego di due rigeneratori.

Il rigeneratore per una linea HDSL è realizzato in una meccanica adatta a essere installata in un contenitore da esterni in materiale plastico (figura 6). Esso può essere installato su un palo o a muro utilizzando opportuni accessori.

Il contenitore presenta due ingressi per i cavi, che consentono l'accesso di un portante costituito da dieci coppie e da uno da venti coppie in rame. All'interno trovano posto due rigeneratori per linee HDSL su due coppie, completamente separati dal contenitore e facilmente estraibili da esso in modo

CONNETTORI PRESENTI SULL'APPARATO	
LATO CLIENTE	
•	2 connettori coassiali 1,0/2,3 femmina (G.703 75 Ω)
•	1 connettore femmina tipo sub D a 9 pin (G.703 120 Ω)
LATO LINEA HDSL	
•	1 connettore femmina tipo sub D a 9 pin o morsetti
ALLARMI	
•	1 connettore ISO 4903 sub D a 15 pin femmina per il riporto degli allarmi della stazione di energia (interfaccia B)
ALIMENTAZIONE	
•	2 connettori maschio sub D-3W3 polarizzati meccanicamente

Tabella 2 Connettori presenti sul terminale HDSL.



Figura 6 Rigeneratore installato a palo.

che l'estrazione di uno dei due moduli non comprometta la funzionalità dell'altro.

Il rigeneratore di linea HDSL è telealimentato dal terminale di linea HDSL posto in centrale e l'assorbimento di ogni unità di rigenerazione è inferiore a 7 W.

6. Prestazioni di un collegamento HDSL

Il corretto funzionamento dei sistemi trasmissivi HDSL dipende dall'attenuazione del collegamento, dall'eventuale presenza di derivazioni in parallelo, dal numero di sistemi analoghi presenti sullo stesso cavo e dalla presenza di eventuali altri sistemi numerici che impiegano lo stesso cavo o settori del cavo.

Per realizzare un collegamento è quindi necessario calcolarne l'attenuazione che in pratica è la somma di quella relativa alle singole tratte.

I criteri di valutazione dell'applicabilità della tecnologia HDSL sono definiti in modo da utilizzare esclusivamente il parametro attenuazione, che tiene però conto delle caratteristiche di diafonia della rete.

Nei due riquadri di questa pagina e in quello di pagina 88, si riportano sia i parametri che determinano l'attenuazione del portante sia alcune regole pratiche per la compatibilità dello spettro in presenza di altri sistemi sul cavo.

Le condizioni di basso isolamento della coppia (tra i fili A e B o tra ciascuno di essi e la terra) sulla quale deve essere installato il sistema HDSL, influiscono negativamente sulle prestazioni del collegamento.

La soglia minima di accettabilità del valore dell'isolamento è pari a 10 MΩ.

Fattori che influenzano le prestazioni del collegamento HDSL

I parametri da considerare per il calcolo della attenuazione sono: il valore della frequenza del segnale di riferimento (secondo ETSI è 150 kHz), la sezione e l'isolamento dei conduttori dei cavi. In pratica si applica la seguente relazione:

$$A = A_{coll} + A_{racc-drop} = (a_1 I_1 + a_2 I_2 + \dots + a_n I_n + K) + [a_{racc} (I_{racc} - 0,07) + a_{drop} (I_{drop} - 0,07)] \text{ (dB)}$$

dove si è indicato con:

A_{coll} : l'attenuazione del collegamento che tiene conto della lunghezza del raccordo che normalmente risulta essere inferiore a 70 m compresi i due collegamenti tra permutatore e sala trasmissioni e tra armadietto di distribuzione e borchia di utente. Nel caso la lunghezza del raccordo sia maggiore, si somma $A_{racc-drop}$

I_i : la lunghezza della tratta espressa in km

a_i : l'attenuazione della tratta espressa in dB/km

I_{racc} : la lunghezza del raccordo tra il permutatore e la sala trasmissiva espressa in km

a_{racc} : l'attenuazione del raccordo tra il permutatore e la sala trasmissiva espressa in dB/km

I_{drop} : la lunghezza del raccordo d'utente espressa in km

a_{drop} : l'attenuazione del raccordo di utente espressa in dB/km

K : il fattore correttivo che consente di tenere conto di eventuali limitazioni aggiuntive sulla portata del collegamento. Le limitazioni derivano ad esempio dalla presenza di derivazioni in parallelo che per i sistemi HDSL possono essere al massimo due e ad esse si attribuisce un fattore K pari a 3,5 dB per ciascuna derivazione presente.

Attenuazione del collegamento

Nella tabella A sono riportati esempi sulle regole di compatibilità spettrale dei sistemi HDSL con alcune altre tecniche di trasmissione di dati. Nella tabella B sono indicati i valori massimi di attenuazione consentiti per i sistemi trasmissivi HDSL in funzione del riempimento del cavo con sistemi dello stesso tipo. Nella tabella C sono infine riportati alcuni valori di attenuazione di cavi.

Sistema trasmissivo interferito	Sistemi trasmissivi interferenti			
	HDSL	160 kbit/s ISDN	2,048 Mbit/s HDB3	ADSL
HDSL	<ul style="list-style-type: none"> • Sempre compatibili. • Nei cavi a capitolato tecnico Telecom Italia (CT TI 1031/1033) non devono essere nella stessa quarta. <p>Il numero massimo deve essere inferiore al 50 per cento delle coppie e mai superiore a 50 sistemi.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Sempre compatibili. • Nei cavi a CT TI 1031/1033 non devono essere nella stessa quarta. 	<ul style="list-style-type: none"> • Nella rete secondaria sono sempre compatibili. • Nella rete primaria devono essere in settori diversi del cavo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sempre compatibili. • Nei cavi rispondenti al CT TI 1031/1033 non devono essere inseriti nella stessa quarta.

Tabella A Condizioni per il riempimento di cavi in rame con sistemi trasmissivi.

Numero di coppie dedicate (Ncp) a sistemi HDSL	Attenuazione della linea (150 kHz in dB)
$30 < N_{cp} \leq 50$	22
$20 < N_{cp} \leq 30$	23
$8 < N_{cp} \leq 20$	24
$4 < N_{cp} \leq 8$	25
$N_{cp} \leq 4$	26

Tabella B Attenuazione massima per sistemi HDSL in funzione del numero dei sistemi presenti nel cavo, nel rispetto delle regole di tabella A.

Tipo di isolante	Diametro conduttore (mm)	Attenuazione (dB/km)
Carta e aria	0,4	8,9
Carta e aria	0,6	6
Polietilene secco	0,4	10,3
Polietilene tamponato	0,4	11,5

Tabella C Esempi dell'attenuazione caratteristica di alcuni cavi.

7. Impiego del link HDSL

Il collegamento HDSL è impiegato principalmente in tre tipi di servizio riportati qui di seguito.

- *Collegamento verso gli OLO (Other Licensed Operator):* il collegamento HDSL è utilizzato per portare un flusso a 2 Mbit/s dalla centrale trasmissiva alla stazioni radio base (BTS) degli operatori di telefonia mobile per consentire la realizzazione di micro-celle che aumentino l'instradamento del traffico proveniente da stazioni mobili.
- *Trasporto di flussi a 2 Mbit/s:* il collegamento HDSL è utilizzato per interconnettere due centrali trasmissive.
- *Servizio RING:* il servizio a larga banda RING effettua la connettività ad alta velocità con protocolli IP, Frame Relay e ATM in ambito metropolitano. Esso costituisce una modalità di accesso alle reti dati a lunga distanza di Telecom Italia (Business Frame, ATMosfera, IP Internet).

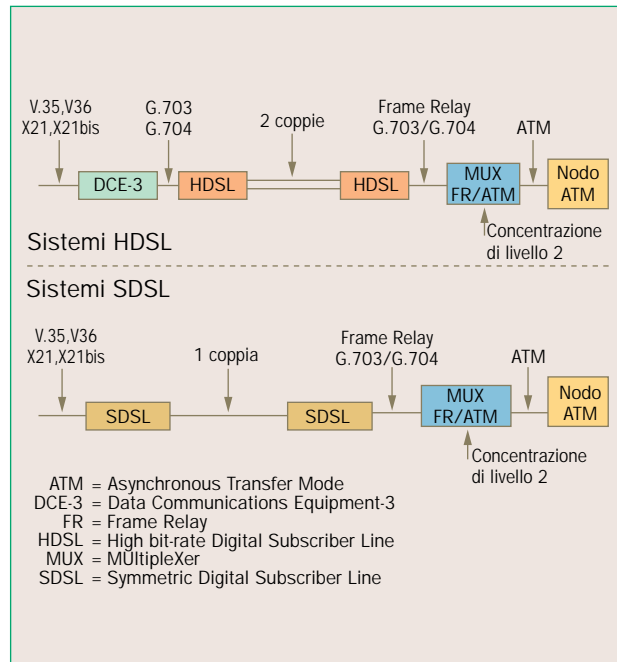


Figura 8 I sistemi HDSL e SDSL.

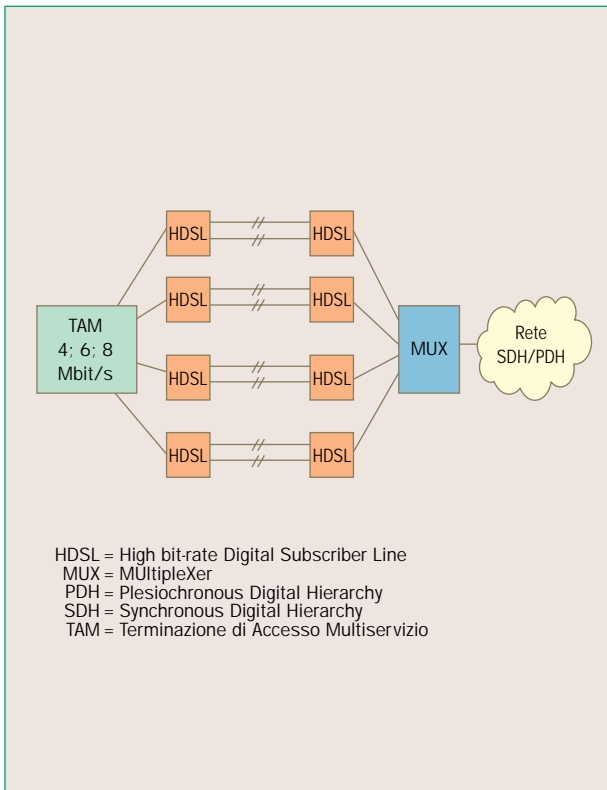


Figura 7 Configurazione HDSL-IMA.

Oltre agli accessi HDSL, l'offerta comprende anche accessi in tecnologia ADSL e a 155 Mbit/s SDH.

L'offerta RING basata su HDSL consente quattro velocità di cifra:

- *2 Mbit/s simmetrica:* nell'accesso con velocità di cifra a 2 Mbit/s simmetrici, il servizio è offerto al cliente presso la propria sede direttamente con modem HDSL.
- *fino a 8 Mbit/s (4; 6; 8 Mbit/s) simmetrici con funzionalità IMA (Inverse Multiplexing Access):* il sistema

HDSL consente, anche in ambito metropolitano e geografico, la realizzazione di MAN (Metropolitan Area Network) o di WAN (Wide Area Network), offrendo le stesse applicazioni e i benefici tipici di una LAN. Nel caso di accesso fino a 8 Mbit/s, il servizio è offerto al cliente tramite un numero di modem HDSL variabile da due a quattro e con una terminazione di utente denominata TAM (Terminazione di Accesso Multiservizio), gestita da Telecom Italia, da collocare presso la sede del cliente (figura 7).

La TAM può essere dotata di interfacce multiprotocollo ATM, Frame Relay, Ethernet bridged. In quest'ultimo caso il servizio consente l'interconnessione LAN in ambito metropolitano ad alta velocità.

8. Evoluzione dei sistemi

La trasmissione di segnali numerici a 2 Mbit/s si è modificata nel corso degli anni Novanta passando dal sistema HDB3 a quello HDSL. Ma la tecnologia ha già varcato una nuova frontiera evolvendo verso la tecnica SDSL (Symmetric Digital Subscriber Line), che sarà disponibile, in tempi ravvicinati, sia con la soluzione punto-punto sia in quella da DSLAM (Digital Subscriber Line Access Multiplexer).

Nella soluzione punto-punto sarà analoga all'attuale HDSL (figura 8) con interfacce conformi alle raccomandazioni ITU-T V.35, V.36, X.21, X.21bis, V.11, G.703/704 e con codice di linea CAP che consente prestazioni migliori rispetto al codice 2B1Q nonché l'utilizzo di una sola coppia in rame.

I sistemi SDSL, all'interno del DSLAM, consentiranno di utilizzare le interfacce verso Ethernet e verso V.35.

9. Conclusioni

L'impiego della tecnologia HDSL è ormai maturo e trova un largo utilizzo in Telecom Italia.

È stata la prima tecnologia trasmissiva, appartenente alla ampia famiglia xDSL, a essere introdotta in modo esteso nella rete di telecomunicazioni di Telecom, consentendo di sfruttare la rete in rame, considerata fino a pochi anni fa in declino perché non adatta a trasportare segnali ad alta frequenza, relativi alla trasmissione di elevate velocità di cifra.

Abbreviazioni

2B1Q	2 Binary 1 Quaternary
ACD	Addition Control Device
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line
AMI	Alternate Mark Inversion
ANSI	American National Standards Institute
ATM	Asynchronous Transfer Mode
BTS	Base Transceiver Station
CAP	Carrierless Amplitude Phase
CRC	Cyclic Redundancy Check
DCE	Data Communications Equipment
D2048S	Digital 2048 Structured
D2048U	Digital 2048 Unframed
DSLAM	Digital Subscriber Line Access Multiplexer
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
FR	Frame Relay
HDB3	High Density Bipolar order 3
HDSL	High bit-rate Digital Subscriber Line
IMA	Inverse Multiplexing Access
ISDN	Integrated Services Digital Network
ISDN BRA	ISDN Basic Rate Access
ISDN PRA	ISDN Primary Rate Access
LTU	Line Termination Unit
MAN	Metropolitan Area Network
MUX	MultipleXer
NTU	Network Termination Unit
OLO	Other Licensed Operator
PAM	Pulse Amplitude Modulation
PDH	Plesiochronous Digital Hierarchy
QAM	Quadrature Amplitude Modulation
REG	REGenerator
SDH	Synchronous Digital Hierarchy
SDSL	Symmetric Digital Subscriber Line
TAL	Terminazione di Accesso Locale
TAM	Terminazione di Accesso Multiservizio
TCM	Trellis Code Modulation
TS	Technical Specification
VDSL	Very high bit-rate Digital Subscriber Line
xDSL	x Digital Subscriber Line
WAN	Wide Area Network

Bibliografia

- [1] Magnone, L.; Pettrini, L.: *Sistemi xDSL per l'accesso ad alta velocità su coppie simmetriche in rame*. «Notiziario Tecnico Telecom Italia», Anno 7, n. 2, ottobre 1998, pp. 7-27.
- [2] *Transmission and Multiplexing (TM); High bit rate Digital Subscriber Line (HDSL) transmission system on metallic local lines; HDSL core specification and application for combined ISDN-BA and 2048 Kbit/s transmission*. Normativa ETSI TS 101 135 v1.5.1, 1998-11.
- [3] *Sistema di linea HDSL*. Specifica Tecnica Telecom Italia, giugno 1999.
- [4] *DCE3 Terminazione dati Nx64 Kbit/s*. Capitolato Tecnico Telecom Italia n. 1368 - R/IT-A, 1995.
- [5] Normative ETSI ETS 300 119 parti 1, 2, 3, 4.
- [6] *Physical/electrical characteristics of hierarchical digital interface*. Raccomandazione ITU G.703.
- [7] *Specificazione funzionale del modulo FR del Multiplex Flessibile*. Capitolato Tecnico Telecom Italia n. 1302, febbraio 1998.



Carlo Cori ha conseguito la laurea in Ingegneria Elettronica presso l'Università degli Studi "La Sapienza" di Roma nel 1989. Nello stesso anno è stato assunto in SIP (oggi Telecom Italia) nella Linea di Ingegneria delle Trasmissioni ove si è occupato della definizione dei requisiti tecnici e della loro verifica per i cavi e i materiali per la rete in rame. Dal 1995 ha seguito i collaudi di cavi e materiali per la rete ottica e dal 1998 si è occupato di tematiche ambientali inerenti le telecomunicazioni. Dal 2000 cura i collaudi dei sistemi per la rete di accesso sia rame che ottica. In ambito internazionale ha partecipato alle attività relative alle protezioni dalle scariche atmosferiche e alla compatibilità elettromagnetica dell'ITU-T SG5 e del CENELEC TC81X.



Lorenzo Magnone è nato a Savona nel 1961, si è diplomato presso l'ITIS G. Ferraris di Savona ed ha conseguito a pieni voti la Laurea in Ingegneria Elettronica presso il Politecnico di Torino. Attualmente ricopre presso TILAB il ruolo di Senior Project Manager nel contesto Fixed Networks essendo responsabile delle attività a favore di TIWS.RT.II che riguardano lo studio e l'introduzione in rete di tecnologie, apparati e servizi per l'accesso a larga banda su rete fissa. Ha contribuito, durante lo scorso decennio, alle attività di studio e sperimentazione delle tecnologie xDSL nell'ambito dei piani di introduzione di sistemi innovativi nella rete di accesso in rame; in particolare si ricordano le sperimentazioni Prisma, Endeavour e Torino 2000, in cui Telecom Italia è stata uno dei primi operatori al mondo ad avere sperimentato con successo la tecnologia ADSL per i servizi Fast Internet. È stato editor della specifica del sistema ADSL normalizzata dal Comitato tecnico ETSI TM6 "Access Networks".

Organizzazione aziendale

Il futuro delle operatività e dei processi Un manifesto per le e-telco

GUIDO BRUNO
ENRICO RONCO

I gestori di telecomunicazioni potranno affrontare la pressione della Web-economy senza porre mano a una revisione anche sostanziale del loro modo di esercire e attuare la propria attività? Quale operatività si prospetta per il futuro affinché i clienti, che si profilano all'orizzonte, percepiscano al meglio l'efficienza e l'efficacia operativa dell'azienda? Sono già oggi disponibili paradigmi operativi e tecnologie in grado di permettere un effettivo cambiamento verso un nuovo modus operandi? Nell'articolo si cercherà di mettere in evidenza perché e come le imprese di servizi di domani, ossia le e-telco, dovranno operare migliorando costantemente le proprie prestazioni in un contesto globale di continuo rinnovamento.

1. Introduzione

I gestori di servizi di telecomunicazioni, fissi e mobili, si trovano oggi a dover affrontare una pluralità di sfide concomitanti, indotte dal sovrapporsi di numerose pressioni "esterne", tra le quali il *continuum* dell'innovazione tecnologica, la richiesta di servizi sempre nuovi e flessibili, la convergenza tra fisso e mobile, la competizione, nonché il cambiamento radicale del modo con cui il cliente dovrà sempre più interagire con le *telco* del futuro.

Queste sfide dovranno tener conto, in ogni caso, della stringente necessità di ridurre i costi operativi correlati alla gestione (di rete, di servizio e delle risorse umane), visto che i costi costituiscono una componente fondamentale per determinare il listino dei prezzi, dovendo allo stesso tempo mantenere eccellenti livelli di prestazioni aziendali, *KPI* (*Key Performance Indicator*), e di servizio offerto *SLA* (*Service Level Agreement*).

Elemento determinante e vincente, per affrontare nel modo più efficace la competizione globale, diviene poi, nel rispetto di quanto sopra indicato, la rapida, flessibile e focalizzata patrimonializzazione della conoscenza operativa (*operational knowledge management*), punto di snodo essenziale per qualsiasi moderno cambiamento organizzativo. Essa è, infatti, intesa come la capacità da parte dell'azienda di razionalizzare e diffondere velocemente la conoscenza e l'esperienza tipica del personale tecnico (costituito a volte da migliaia di risorse umane di *back e front office*)

che ogni giorno attua e adatta procedure aziendali al fine di rendere massimo il rendimento d'impresa relativamente ai processi di *provisioning*, *assurance* e *maintenance*.

I livelli di eccellenza si raggiungeranno attraverso un'attenta politica di *process (re)engineering* e di *operational knowledge management*, verificando e applicando metodi per migliorare l'efficienza e l'efficacia aziendale. Dovranno essere perciò correlati in modo innovativo i piani strategici aziendali con quelli basati sull'esperienza quotidiana del personale operativo, ottenuti attraverso la definizione di nuovi paradigmi operativi e di nuove architetture processive che andranno a delineare in modo ingegneristico la realtà dei futuri gestori di telecomunicazioni.

Nell'era di Internet e dell'e-business, i piani suddetti diverranno infatti le fondamenta organizzative delle *e-telco* [1].

2. Sotto il "peso" di Internet

La competizione e l'incredibile crescita delle potenzialità offerte dall'e-business e dalla *web-economy* aumentano quotidianamente la tipologia e l'intensità delle "pressioni esogene" (ossia esterne all'impresa) che a loro volta si trasformano in "pressioni endogene" (ossia interne all'azienda) amplificate da concomitanti e sempre più rapide evoluzioni di contesto che concorrono ad accelerare l'obsolescenza della rete, della gestione e dei servizi, e quindi a mettere in

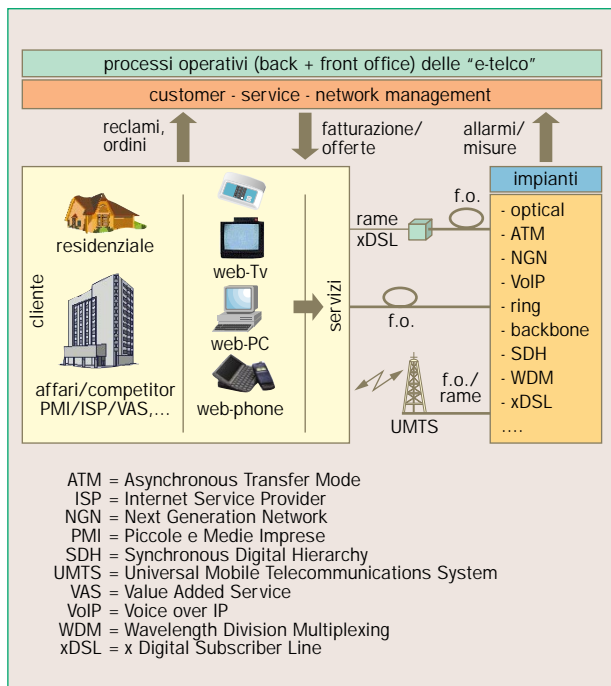


Figura 1 Il front-end attuale di un gestore tradizionale (telco).

luce l'inadeguatezza dei paradigmi operativi validi finora (figura 1).

Dall'istante in cui in moltissimi settori il modello Internet è divenuto pervasivo, le logiche d'accesso e di comunicazione tipiche delle relazioni C2C (Consumer-to-Consumer), C2B (Consumer-to-Business) e B2B (Business-to-Business) si stanno costruendo su un parco tecnologico e impiantistico sempre più esteso in grado di raggiungere in misura via via crescente nuovi clienti, con sempre nuovi servizi che dovranno essere perciò gestiti e trattati in modo sempre più innovativo ed efficiente al passo con le esigenze espresse dal mercato.

Nasce così l'esigenza da parte di un gestore di telecomunicazioni di ripensare al modo di operare della propria impresa, per evitare che le pressioni esogene o endogene non diventino un macigno insormontabile ma una leva, anche interna per organizzare al meglio le future interazioni di tipo E2C (Employee-to-Consumer), E2B (Employee-to-Business), nonché quelle interne all'azienda, indicate come E2E (Employee-to-Employee).

In questo scenario caratterizzato da un alto livello di competizione, quali sono le condizioni premianti? Osservando che la catena del valore risulta essere assai più complessa e frammentata (ossia, il "cliente" di una e-telco assume ruoli e identità differenti a seconda dei modelli di business in cui i singoli attori sono inseriti), il successo di un gestore dipende dalla flessibilità nella definizione, nell'attivazione e nell'erogazione dei servizi, nel rispetto di un mondo che chiede sempre di più e, allo stesso tempo, in tempi sempre più ravvicinati.

La competizione si affronta e si vince però anche attraverso la *semplificazione* dei processi operativi, con la conseguente riduzione dei costi, la *razionalizzazione* dei canali d'intermediazione con il cliente (e-

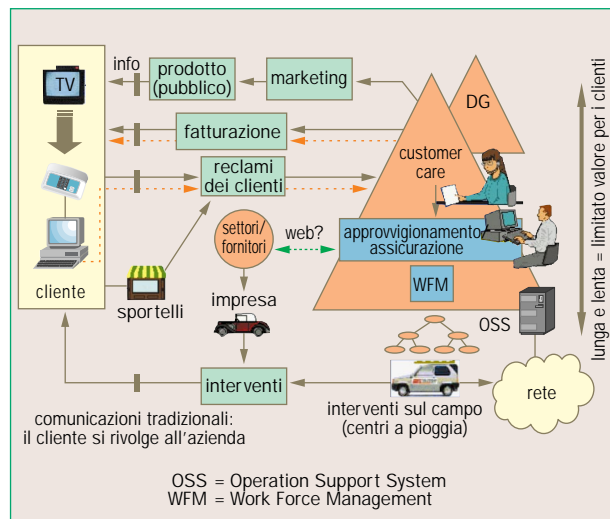


Figura 2 Un gestore tradizionale.

supply chain) e la *proattività* verso i clienti tramite nuovi processi di acquisizione (*provisioning*) e nell'*assurance*. Per rendere perseguibili questi obiettivi, le e-telco dovranno ripensare ai propri processi, eliminando le attuali rigidità operative tipiche di un gestore "tradizionale", facendo percepire all'esterno la relazione servizi-processi-organizzazione come un tutt'uno ideato, progettato e attuato come valore effettivo per il nuovo mercato.

La e-telco si colloca quindi in una realtà operativa nella quale forze potenzialmente contrapposte, se non gestite adeguatamente, potrebbero comprimerla e distruggerla. Queste forze, allo stesso tempo, diventano sia necessità che opportunità, consentendo di:

- gestire reti *multi-fornitore* e *multi-dominio* con organizzazioni *multi-skilled*;
- generare continue riduzioni dei costi operativi;
- incrementare costantemente i margini sui KPI e sui relativi SLA in precedenza indicati;
- eliminare (o ridurre) le barriere operative e funzionali tra i diversi settori organizzativi;
- ridurre le catene di produzione per la fornitura del servizio;
- qualificare a ogni livello operativo il proprio personale, riconoscendo le competenze come valore cumulabile e parte integrante del processo di rinnovamento globale.

La competizione nella web-economy impone, quindi, azioni e interventi protesi verso una diversa impostazione del lavoro d'impresa e richiede una radicale revisione dei processi operativi da attuare in futuro, nonché delle stesse modalità con cui il personale tecnico dovrà svolgere la propria attività.

Quest'azione di rinnovamento non può, quindi, rimanere confinata nell'esecuzione di un semplice intervento mirato al solo miglioramento della situazione esistente, poiché il *modus operandi* nelle "telco tradizionali" potrebbe non rivelarsi adeguato. Perché?

Una "telco tradizionale" è organizzata, da un punto di vista strettamente operativo, su un'accentuata stratificazione di ruoli e competenze (piramide di figura 2) attraverso la quale le informazioni e i dati

sono veicolati da processi, a volte non sempre efficienti, in grado di indirizzare gli ordinativi di lavoro (ad esempio quelli per la gestione delle attivazioni o dei reclami) da un punto di raccolta verso i centri dislocati "a pioggia" sul territorio.

La comunicazione con il mondo esterno avviene tramite diversi canali, quali lo sportello (ad esempio, i negozi), il telefono (ad esempio il 187) o il personal computer. Si assiste a transizioni web-to-web tra la telco e le imprese esterne coinvolte, prevalentemente per il coordinamento e la riduzione sensibile degli interventi presso il cliente; le squadre di personale tecnico specializzato incaricato di svolgere in campo le attività sono coordinate da sistemi sofisticati di gestione, come il *WFM (Work Force Management)*.

In questo scenario operativo, la molteplicità delle interfacce e delle modalità di interazione dà una visione molto frammentata dell'impresa; il cliente percepisce la telco ancora come una "impresa monolitica" che ha tempi di reattività assai dilatati e che è poco propensa a "mostrare la propria attività dal suo portale".

È certa la constatazione che con una telco tradizionale dialogano sempre più clienti d'avanguardia, ciascuno con una o più delle seguenti esigenze:

- disporre della possibilità di variare in linea il proprio profilo di servizio;
- avere in linea un'assistenza qualificata per risolvere i propri problemi tecnici;
- essere assistito proattivamente e preventivamente in caso di disservizio;
- percepire il gestore come se fosse a lui interamente dedicato;
- poter interagire con la telco in diverse forme senza dover mutare perciò le proprie attese e percezioni;
- seguire lo stato di avanzamento delle proprie richieste.

Queste necessità, unite alla compressione dei tempi imposti dalla pressione di Internet, richiedono dunque un riesame del modo come la Telco dovrebbe essere gestita e, allo stesso tempo, di abbandonare il paradigma di tipo "organizzazione complessa per servizi semplici" per andare verso un modello di tipo "organizzazione semplice per servizi complessi" [3, 4].

Si passa quindi ad un'organizzazione detta di tipo *overlay*, che abbia modalità operative stratificate, differenziate (o solo differenziabili) sulla base del reale rendimento in esercizio dei settori operativi (KPI) e del raggiungimento dei relativi SLA (figura 3).

Il primo passo per muoversi verso una "telco più evoluta" (figura 4) consiste nel caratterizzare un unico punto d'accesso aziendale (*portale*) di supporto alle interazioni C2B e B2B (meglio se comprensive anche di quelle E2E ed E2B), nel realizzare centri di servizi e di rete specializzati, nello snellire la struttura

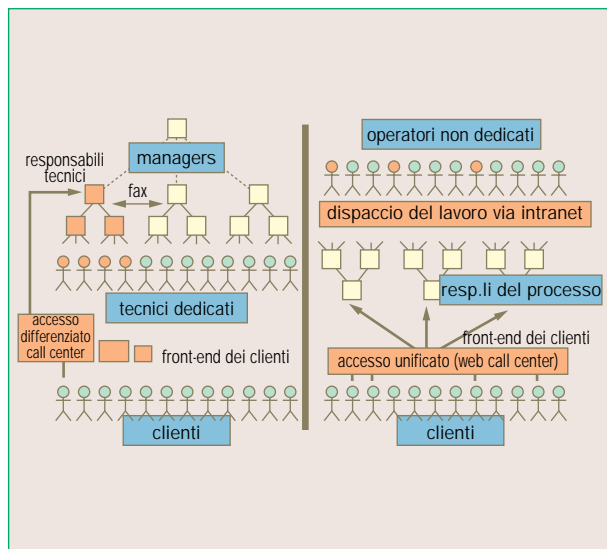


Figura 3 Relazioni tra i clienti e il personale d'impresa.

operativa territoriale e nel generare attraverso batterie di sistemi di gestione uno strato di esercizio integrato in grado di correlare il lavoro tipico dei contact center con quello dei reparti operativi territoriali¹.

La comunicazione con il mondo esterno avviene tramite diversi canali, convogliabili su un'unica "dorsale di intermediazione". Attraverso essa, sofisticati algoritmi di distribuzione di dati sono in grado di indirizzare intelligentemente le informazioni in ingresso da e verso le strutture aziendali e operative riducendo di molto gli impatti burocratici generalmente afferenti alle strutture organizzative di tipo piramidale-gerarchico. L'impresa diviene così più "piatta" e meno piramidale mentre la condivisione delle informazioni costituisce un fattore di successo per snellire e rendere più rapida la maggior parte dei processi (riquadro di pagina 96).

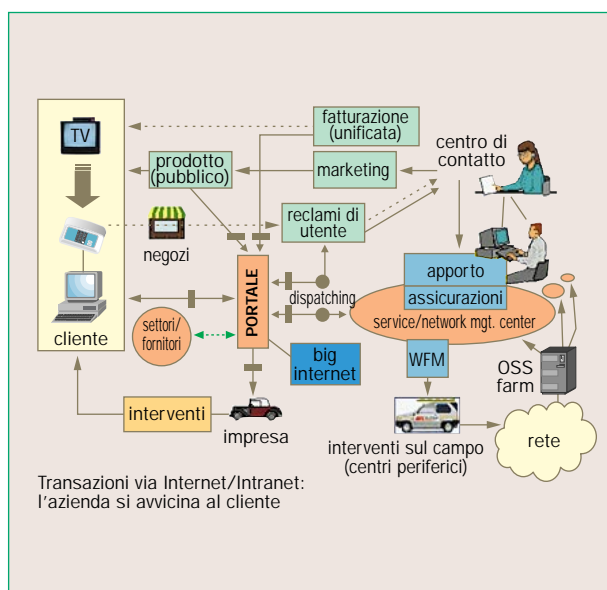


Figura 4 Un gestore tradizionale evoluto.

⁽¹⁾ Questa modalità dovrebbe essere guidata "dalle competenze e dagli obiettivi" e non solo dalla disponibilità e dalle turnazioni del personale tecnico.

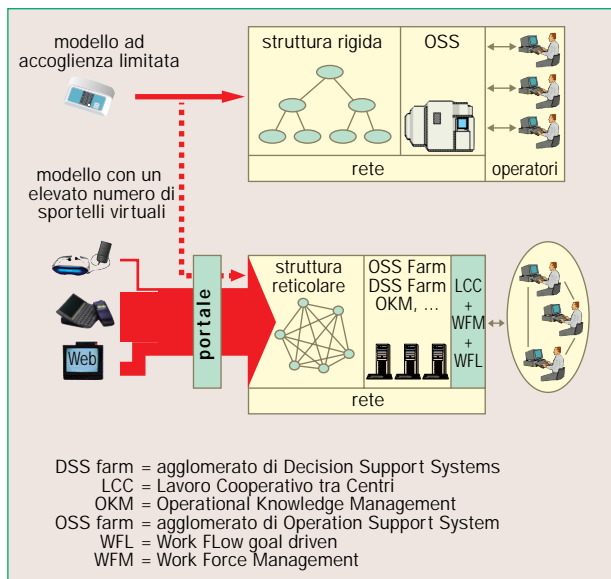


Figura 5 Da impresa rigida ad adattiva.

In ogni caso, il salto quantico avviene comunque con l'adozione di un modello operativo e organizzativo di tipo "e-telco". Esso deve consentire, infatti, al gestore di trasformarsi in un'impresa "ad infiniti sportelli operanti con continuità (h. 24)", ciascuno dei quali legato a una singola postazione PC tramite la quale i volumi e le transazioni sistemistiche e operative aumenteranno in maniera esponenziale. Il paradigma del *management by clicks* (ossia, una gestione d'impresa condizionata dal semplice accesso elettronico), imporrà al gestore di servizi di telecomunicazioni di dover garantire una pluralità di richieste di approvvigionamento, di garanzia di qualità e di gestione reclami provenienti da fonti diversificate (ad esempio via home-network, reti d'ufficio, accessi WAP, postazioni mobili palmari, wearable computer o PC con ingressi in fonìa) e veicolate con il semplice uso di un mouse e di un click su portale (lo spessore delle frecce in figura 5 è proporzionale ai volumi potenziali generati dai clienti).

La pressione dovuta alla capacità da parte dei clienti di generare, in poco tempo e con mezzi sempre più sofisticati, elevati volumi di richieste (e quindi di lavoro per il personale tecnico della e-telco), porta inevitabilmente a dover progettare i futuri modelli operativi in modo diverso e plasmati su un'organizzazione più reticolare e con pochi livelli gerarchico-funzionali (figura 6). Questi modelli operativi richiedono, al pari delle organizzazioni tradizionali, modalità "ingegneristiche di progettazione" che tengano conto di numerosi fattori tra i quali la necessità di:

- realizzare una capacità operativa in grado di gestire in modo flessibile e "programmabile" i flussi di lavoro sulla base degli SLA concordati tra le parti (e non solo sulla razionalizzazione delle attività assegnate ai singoli centri di lavoro);
- individuare nuovi paradigmi processivi capaci di rendere massima l'efficienza e l'efficacia del personale di *back-office/front-office*, impegnato su flussi di lavoro complessi, su nuove modalità di interlavoro e su contenuti informativi in rapida obsolescenza;

- ricercare modalità di supporto al lavoro del personale tecnico capaci di garantire sempre standard elevati di gestione (*operations*) con l'ausilio pervasivo di tecniche per l'esercizio e per la diffusione della conoscenza operativa.

Quali sono, quindi, le tecnologie chiave di successo che permettono già oggi o che permetteranno nel prossimo futuro la costituzione di una efficiente e moderna e-telco?

La comunicazione di una e-telco con il mondo esterno avviene innanzi tutto tramite un unico "portale di intermediazione" attraverso il quale sofisticati algoritmi di dispacciamento sono in grado di:

- attivare specifiche istanze di processo con piattaforme di flussi di lavoro (*workflow*) di nuova generazione chiamate *WFL (WorkFlow goal driven)* che sono in grado di indirizzare l'attività sulla base del problema da risolvere anziché partendo da un flusso processivo predefinito e con molti controlli e verifiche intermedi, che ne rallentano il tempo di attraversamento;
- veicolare il lavoro operativo a sistemi di WFM di prossima generazione (*WFM⁺*) capaci di assegnare e comunicare al tecnico in tempo reale le attività sulla base di algoritmi di programmazione a vincoli (*constraint programming*) con parametri aziendali e operativi variabili (modificando, ad esempio, la priorità di un intervento su monitoraggio SLA, o su quello KPI, o in base ai profitti d'impresa);
- coordinare le attività attestare verso centri operativi fisicamente distanti, come logica conseguenza di una organizzazione meno verticale e più reticolare, tramite l'ausilio di piattaforme di supporto all'*LCC (Lavoro Cooperativo fra Centri)*;
- catturare l'esperienza del personale tecnico, coinvolto in attività operative su reti e su servizi in

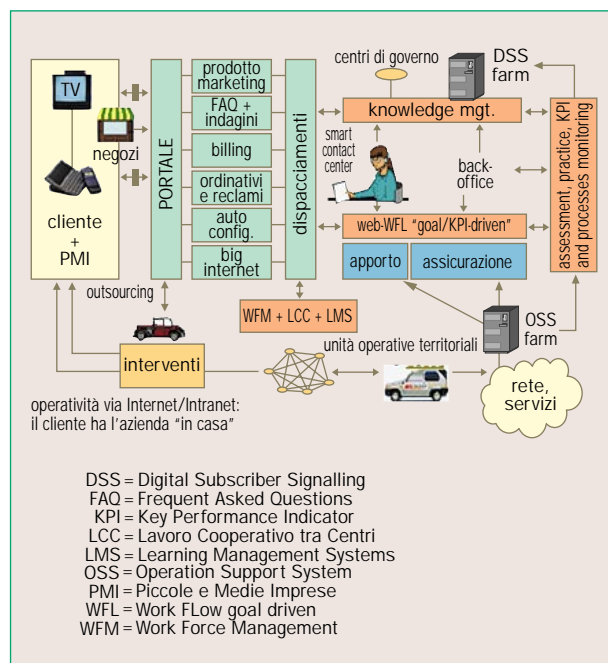


Figura 6 Futura struttura di una e-telco.

assai rapida evoluzione, per migliorare il rendimento dell'impresa, omologando una più causale derivazione e valorizzazione della conoscenza (*best e worst practice*) grazie all'utilizzo di soluzioni non-intrusive di gestione dell'apprendimento operativo, l'LMS (*Learning Management Systems*);

- gestire la conoscenza operativa OKM (*Operational Knowledge Management*) del personale coinvolto in attività di *back-office/front-office*, facilitando la condivisione delle reciproche esperienze in modo da ridurre i tempi di esecuzione dei lavori e da trasferire quindi le *best-practice* anche verso aree di lavoro tra loro fisicamente distanti;
- progettare nuove modalità di supervisione delle prestazioni d'impresa attraverso l'adozione di strumenti di supporto alla valutazione operativa in grado di elaborare e correlare KPI/SLA (aziendale e delle imprese appaltatrici) sulla base delle attuali configurazioni di processo.

Questo imponente cambiamento operativo, tipico delle telco del futuro, è la logica conseguenza delle nuove condizioni al contorno: in una web-economy è, infatti, richiesto a un gestore di servizi di telecomunicazioni di operare in modo diverso rispetto all'attuale stereotipo che il cliente ha in mente. L'operatore deve perciò riprogettare anche radicalmente il proprio modo di operare (riquadro di pagina 98).

Una conseguenza di questo mutevole scenario è la possibilità, grazie all'accoppiamento del modello organizzativo reticolare-piatto con alcune nuove funzioni e tecnologie di supporto alla gestione operativa (ad esempio le sopra indicate WFL, WFM^A, LCC, LMS, OKM ...), di poter gestire il personale tecnico dei centri di lavoro in modo condiviso (e quindi di disporre di tecnici non più dedicati al singolo impianto o al servizio) attraverso singole unità operative in grado di "poter anche prendere in carico gli ordinativi di lavoro dalla propria abitazione" e, allo stesso tempo, di predisporre centri con personale esperto capace di aiutare e affiancare a distanza quello tecnico periferico quando svolge la propria attività.

La convergenza tra coordinamento operativo, WFL (*Work FLOW goal driven*) e condivisione dell'esperienza a tutti i livelli operativi OKM consente nei centri di governo, ossia nei centri di "regia" - dove si attuano le politiche di riconfigurazione dinamica dei flussi di lavoro - di rendere disponibili applicazioni specializzate di ausilio alle decisioni, che trasferiscono in tempo reale le proprie proposte sulle azioni da attuare nel rispetto delle molteplici condizioni al contorno (ad esempio raggiungibilità dei KPI, livello di soddisfazione per SLA, configurazione del WFL, ricavi ottenuti sulla base del rendimento dei singoli centri di lavoro).

Sulla base di tali considerazioni, la mappa dei macro-processi di una e-telco assume la struttura mostrata nella figura 7.

Essa presenta i seguenti macro requisiti:

- 1 *customer service* - gestione a valore aggiunto di tutte le interazioni dirette con il cliente: realizzazione dello "sportello unico" (portale) e gestione del marketing proattivo verso il cliente;

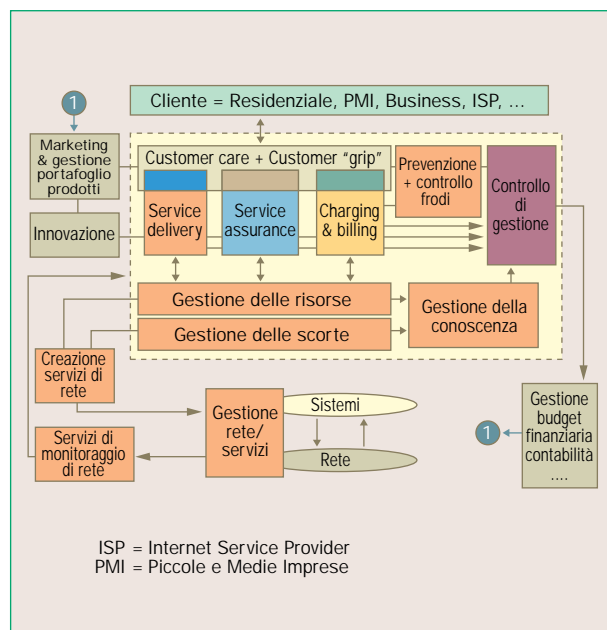


Figura 7 Macro processi di una e-telco.

- 2 *network and service delivery* - attivazione di servizi richiesti dal cliente sulla base del contratto con esso stipulato (mediante il processo di *customer care*); traduzione delle richieste in ordinativi di lavoro e quindi configurazione degli elementi di rete e di servizio per rispondere a queste esigenze;
- 3 *network and service assurance* - esecuzione di attività di manutenzione correttiva e proattiva per assicurare che un servizio, sottoscritto da un cliente, sia sempre disponibile alle condizioni concordate. Gestione di una supervisione continua dello stato e delle prestazioni della rete e del servizio e di un'elaborazione delle future richieste (*trend*), per poter anticipare i problemi di erogazione dei servizi;
- 4 *tariffazione e gestione delle frodi* - valutazione degli importi richiesti ai clienti per l'utilizzo dei prodotti o dei servizi da essi sottoscritti. Fatturazione e acquisizione dei pagamenti e relativo controllo per verificare eventuali frodi (su segnalazione o per prevenirle);
- 5 *marketing and churn management* - promozione delle iniziative verso il cliente (in termini di nuovi servizi, nuove tariffe, confronto delle tariffe, sconti, opportunità, ...); gestione del fenomeno di fluttuazione della clientela da un operatore a un altro, per individuare in anticipo le politiche promozionali in grado di prevenire, se possibile, cambiamenti di contratto o di operatore;
- 6 *gestione delle risorse e delle scorte* - verifica del livello delle scorte presenti in specifiche sedi aziendali (ad esempio edifici, autovetture, magazzini, centrali) e gestione ottimale di propri tecnici attraverso logiche e criteri di gestione del personale (*work force management*) differenziati sulla base delle classi di cliente o di servizio;
- 7 *controllo operativo* - monitoraggio dei consumi (in

TELEMANAGEMENT FORUM

Nell'ambito del TeleManagement Forum - TMF (<http://www.tmforum.org>), opera da alcuni anni il Gruppo di Lavoro TOM (*Telecommunications Operation Map*), che ha definito nel corso degli anni 1997-2000 l'omonimo modello TOM, figura A [2]. TOM è un modello di processo di riferimento ad alto livello che riguarda gli aspetti di gestione e di esercizio delle reti di una moderna impresa di telecomunicazioni. Esso forn-

sce un linguaggio comune e un *framework* per agevolare l'integrazione e l'automazione *end-to-end* dei processi afferenti a quest'area tematica.

Il TOM, per le sue caratteristiche di focalizzazione sulla gestione e sull'esercizio delle reti, non risultava completo e difficilmente avrebbe potuto costituire un riferimento nel futuro contesto del mercato *ICSP (Information and Communications Service Providers)*, pervaso dagli impatti e dai cambiamenti imposti dall'e-

Business e da Internet.

Nell'ambito del programma *NGOSS (Next Generation Operations Systems and Software)*, il TMF ha pertanto deciso di far evolvere il modello TOM verso un nuovo modello, chiamato *e-TOM*, che persegue i seguenti obiettivi:

- diventare un modello di processi a livello *enterprise* per un'azienda operante nel contesto ICSP;
- considerare l'impatto generato dall'e-business sulle proprie componenti di processo (nel TOM, ad esempio, non erano presenti concetti quali il *customer relationship management* o la gestione delle relazioni con fornitori o con i partner);
- integrare gli aspetti di gestione delle reti con quella delle risorse per le elaborazioni o per quelle applicative;
- considerare gli impatti derivanti dall'evoluzione dell'infrastruttura di rete verso una combinazione di tecnologie *packet-based, mobile e broadband*;
- far evolvere il modello di business (relazioni *customer - service provider - other provider/operator*) su cui il TOM è basato, in quanto esso non risulta adeguato per rappresentare la complessità del contesto in cui ora devono agire le aziende operanti nel mercato ICSP.



Figura A Home page del consorzio internazionale TMF (TeleManagement Forum).

termini di tempo, risorse e costi) nei singoli processi per individuare possibili margini di miglioramento, l'esistenza di strozzature, diseconomie locali o aziendali, nonché per poter suddividere i consumi sui singoli servizi con una verifica del livello di redditività;

- 8 *network creation* - predisposizione degli interventi di ampliamento, sostituzione o di riprogettazione di porzioni della rete per garantire l'offerta di servizi su una base territoriale e con i livelli di qualità stabiliti;
- 9 *knowledge management* - predisposizione e attivazione di procedure per individuare le competenze e le conoscenze aziendali, in modo da predisporre in maniera più coerente e sinergica i piani di miglioramento e di riprogettazione del business dell'azienda.

3. L'impresa operativa reticolare-piatta

Quali sono i vantaggi nell'adottare un'architettura operativa di tipo *flat-reticolare*? Uno degli impulsi cardine che caratterizza il cambiamento organizzativo è senza dubbio la dispersione delle competenze in molti minuscoli blocchi operativi (riguardanti le risorse umane e applicative), come conseguenza naturale della parcellizzazione del lavoro in strutture organizzative rigidamente verticali. Il *time-to-market* delle imprese di servizi, ottenuto attraverso una miglior conoscenza e attuazione dei processi operativi, richiede quindi una minore frammentazione delle conoscenze nonché una riduzione del numero delle strutture organizzative preposte al coordinamento delle attività. Si riduce così il lavoro supplementare - o burocratico - che le imprese svolgono quando assu-

mono una rigida e molto verticalizzata struttura di tipo piramidale.

Per rispondere quindi alle pressioni che sono attuate da concorrenza, efficienza, contenimento dei costi, necessità di gestire la conoscenza e flessibilità dei processi, la risposta più efficace è ottenuta traslando le strutture operative da piramidali a piatte, intendendo con questa modifica un'impresa che ha alcune caratteristiche organizzative come quelle indicate qui di seguito:

- strutturata su pochi livelli gerarchici e con un elevato spettro di controllo;
- focalizzata e finalizzata alle esigenze del cliente;
- organizzata in modo coeso - come fosse un unico organismo - per rispondere alle necessità del singolo cliente;
- realizzata attorno al cliente e strutturata con processi e team di lavoro anziché in "dipartimenti a silos" aziendali;
- strutturata come un corpo unico per rispondere alle esigenze del mercato, in quanto tutto il personale conosce il business dell'impresa e diventa fattore abilitante (e vincente) per l'innovazione di processo.

In un'impresa piatta, l'informazione tende inevitabilmente a circolare in modo più efficace. La "distanza logica e strutturale" fra chi fa il lavoro e chi lo gestisce si accorcia, avvicinando tanto il management ai problemi operativi, quanto i tecnici alle visioni globali dell'azienda.

La natura di quest'opzione organizzativa porta inevitabilmente alla differenziazione dei ruoli aziendali nonché alla necessità di affrontare l'annoso problema tra centralizzazione e decentralizzazione dell'operatività. Una struttura rigidamente verticale predilige da un lato la centralizzazione del controllo dell'informazione e dall'altro una distribuzione sul territorio di un elevato numero di centri operativi che si vengono così a costituire. Viceversa, un'organizzazione orizzontale (di tipo *flat*) soprattutto grazie all'adozione delle tecniche di supporto al lavoro operativo precedentemente menzionate, tende a muoversi in maniera diametralmente opposta in quanto la gestione del processo avviene in modo decentralizzato (ma controllato ugualmente) con un conseguente contenimento del numero dei centri operativi.

La gestione in aziende strutturate su modelli organizzativi di tipo reticolare risulta quindi assai diversa da quelle di tipo piramidale. Ad esempio, la copertura operativa di una zona geografica estesa viene con le telco di oggi assicurata, rifacendosi ai canoni tradizionali dell'impresa-castello, attraverso un insieme assai grande di centri di lavoro ognuno con proprie mansioni sia verticali (ossia di coordinamento verso il basso e di subordinazione verso l'alto della piramide), sia orizzontali (ossia per lo svolgimento di una quota parte del processo operativo).

Non stupisce, allora, la costituzione di un centro a livello regionale, assieme a quelli a livello provinciale e a livello metropolitano, a centri operativi a livello locale per poi arrivare, dopo "n" livelli gerarchici, ai centri di lavoro dove operano i tecnici addetti alle attività sulla rete o presso il cliente. Questa struttura di "stampo napoleonico", direttamente e indiretta-

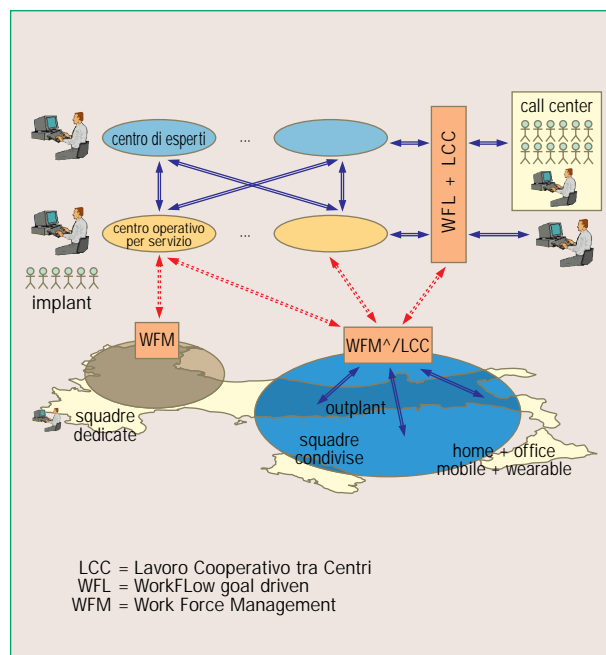


Figura 8 Operatività flat-reticolare per le e-telco.

mente, ha l'effetto di dilatare la catena di produzione sul territorio, di accentuare la proliferazione dei ruoli e delle applicazioni sistemiche per ciascun livello, di predisporre documentazione specializzata per ciascun livello - che in alcuni casi non aggiunge valore all'azienda - di frammentare eccessivamente il territorio regionale in una moltitudine di centri operativi, di aumentare i costi gestionali e di non avere una chiara e omogenea visione del processo a tutti i livelli di responsabilità.

Investimenti opportuni potrebbero invece consentire la migrazione verso una struttura di natura reticolare, dove opererebbero un certo numero di centri (tutti relativamente piatti) capaci di trasmettere informazioni in modo trasversale al centro di competenza responsabile, veicolando così l'informazione in modo diretto e non in modo mediato, come avviene tipicamente in una piramide².

In situazioni di mercato in cui i tempi di reattività aziendale devono essere sempre più tempestivi e focalizzati, un'organizzazione in grado di ridurre gli scambi inutili di informazioni fra centri di lavoro costituisce un fattore vincente. L'impresa-rete facilita questo tipo di approccio, permettendo così di avere processi più efficienti, una comunicazione più diretta, una maggiore reattività, un'elevata flessibilità e un più proficuo scambio informativo per la costituzione di uno strato necessario per gestire la conoscenza operativa e cioè *OKM* (*Operational Knowledge Management*).

(2) L'informazione operativa in una organizzazione territoriale di tipo piramidale segue inevitabilmente le logiche del controllo e della segmentazione funzionale dei centri. L'informazione per fluire da un tecnico di un centro operativo ad uno di un altro centro operativo deve infatti transitare per tutta la catena a grappolo che congiunge il centro operativo con il primo centro di lavoro comune a entrambi.

E-TOM (E-BUSINESS TELECOMMUNICATIONS OPERATION MAP)

L'estensione dei servizi offerti nel prossimo futuro determinerà nuove pressioni sui gestori (figura A); in tal senso, l'e-TOM ha come obiettivo quello di definire e caratterizzare come standard di riferimento mondiale, oltre ai processi relativi agli aspetti di natura operativa, anche quelli specifici per la gestione delle relazioni con i clienti e con i fornitori o partner; i processi relativi al marketing e allo sviluppo delle offerte, nonché i processi relativi agli aspetti di pianificazione e di realizzazione delle infrastrutture necessarie a garantire la fornitura dei futuri servizi a catalogo.

La dichiarazione del TMF sottolinea infatti ... «*Since 1988, TeleManagement Forum has provided successful real world solutions to many business and technology challenges born of global telecom deregulation. Dedicated to overall excellence in communications management and to solving pressing OSS integration issues, TeleManagement Forum and its member companies collaboratively identify, create, develop, and implement real world solutions that automate and streamline telecom operations. Within the TM Forum, industry leaders tackle issues of interoperation and process automation that they could not address as cost-effectively or comprehensively on their own.*

E, ancora, ... «*TeleManagement Forum's initiatives provide the industry with a strategic "big picture" which shows how all pieces (Telecom Operations Map, Technology Integration Map, Catalyst Projects) fit together, a single, easy to use repository of technology and a series of packaged solutions to key business problems.*

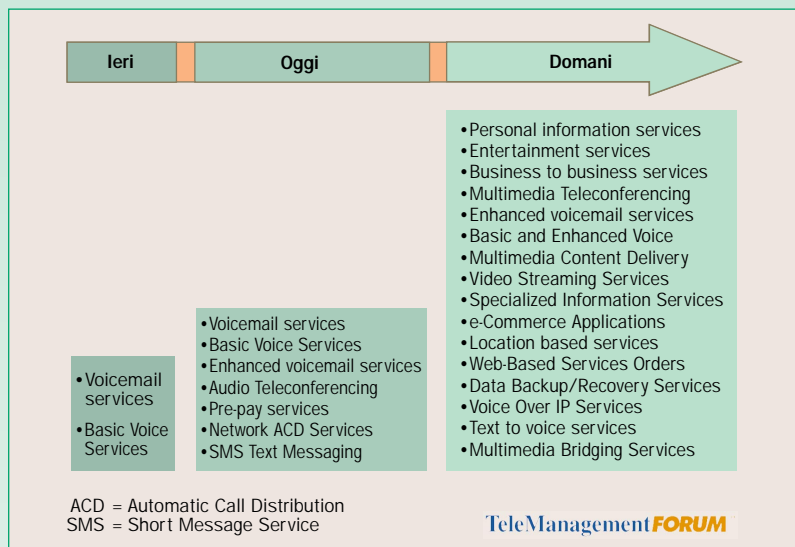


Figura A Crescita esponenziale dei servizi offerti in futuro.

Il gruppo di lavoro internazionale, di cui TILAB è coordinatore, ha prodotto la prima definizione dell'e-TOM nel dicembre 2001, complementando ed integrando tali risultati nell'ambito dell'iniziativa mondiale NGOSS (figura B).

<http://www.tmforum.org/documents>
<http://www.tmforum.org/organisation>

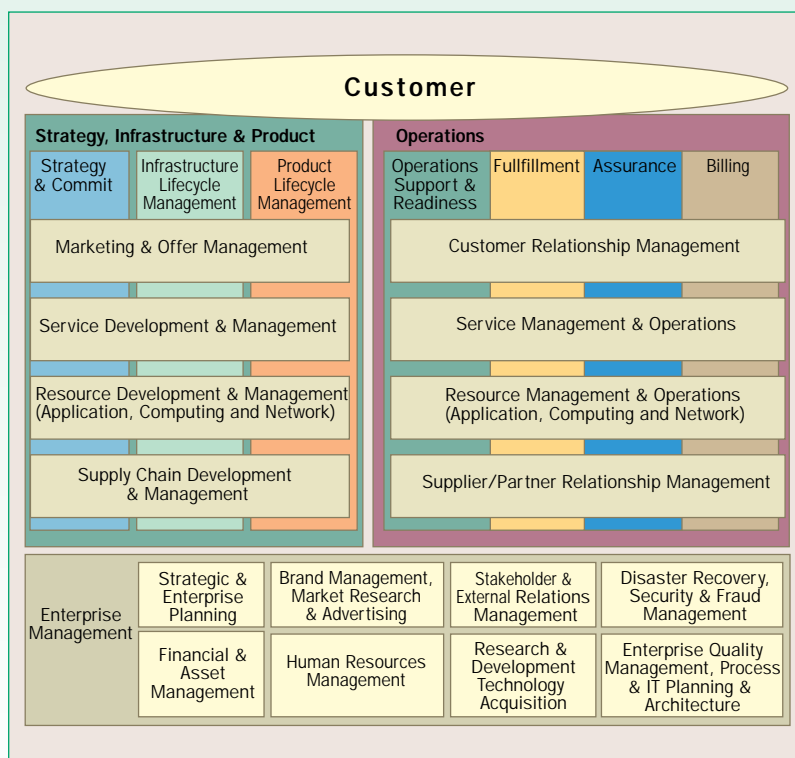


Figura B Mappa di primo livello per un gestore di telecomunicazioni e-telco (fonte ufficiale TMF- dicembre 2001).

Una struttura di questo tipo permetterebbe quindi di ripartire il territorio in un numero di centri operativi più snelli ed efficienti, specializzati per servizio o per clientela. È possibile quindi immaginare future imprese e-telco il cui settore operativo, preposto per le attività di acquisizione, assicurazione del servizio, reclami e manutenzione, sia organizzato in centri operativi specializzati snelli e distribuiti sul territorio ma connessi fra loro attraverso una "maglia di collegamenti informatici" in grado di veicolare rapidamente e correttamente i processi che vedono coinvolte le proprie risorse, attraverso logiche e tecniche di WFL^A, LCC ed LMS (figura 8 di pagina 97).

I vantaggi, derivanti da un paradigma operativo di tipo reticolare, sono costituiti, in sintesi, da un'ottimizzazione dei costi operativi - attraverso la riduzione di tutte le attività non utili di supporto al lavoro - un'organizzazione rivolta al cliente, una differenziazione dei ruoli e delle mansioni in modo da specializzare le risorse e i tecnici in attività facilmente classificabili e distinguibili.

Ciascuno di questi centri specialistici avrebbe i propri tecnici per operare sia fuori sede (*outplant*), sia all'interno (*inplant*). Le prime tipicamente per attività di provisioning o di assistenza; le seconde per attività di tecniche d'ufficio nonché per l'accesso alla Intranet aziendale sia da postazioni fisse che da postazioni mobili (quali, ad esempio, palmari e wearable computer, come mostrato nella foto di questa pagina).

4. Wearable computer e lavoro cooperativo

Cosa prospetta il futuro per ciò che riguarda un possibile cambiamento del lavoro e quindi dei relativi processi?

Si riportano nel seguito solo due esempi in grado di mostrare quanto l'IT (*Information Technology*) potrà condizionare l'adeguamento dei processi e come questi procedimenti potranno amplificare il valore di un investimento tecnologico mirato relativo a una e-telco.

Tra le tecnologie chiave che si ritiene possano trasformare radicalmente il modo di operare del personale di un'impresa di servizi si rammentano: il *wearable computer* e l'assistenza multimediale da una postazione remota.

Se si volesse immaginare un nuovo modo di eseguire gli interventi di manutenzione da parte di tecnici specializzati in un'azienda flat-reticolare, due tecnologie, oggi ancora di nicchia, potrebbero essere elevate a valore.

La disponibilità di un'infrastruttura di comunicazione mobile GSM permette di migliorare le funzionalità che già oggi, almeno in alcuni comparti industriali, consentono di raggiungere un wearable computer (riquadro di pagina 101). Un tecnico, disponendo di un calcolatore che porta con sé (si "indossa"), avrà come immediato beneficio la possibilità di poter lavorare senza impegnare ulteriormente le mani, di poter accedere alle funzionalità del computer come se fosse in ufficio (ad esempio con un mouse situato nella cintura) e di poter leggere attraverso un visore le informazioni da lui richieste attraverso un portale a comandi vocali (*web-voice portal*).



Modello di wearable computer.

Si converge in questo modo verso la realizzazione di una postazione mobile indossabile [6] attraverso la quale il computer diviene un oggetto di lavoro come tanti altri - anzi forse più di altri - facenti parte della stessa identità lavorativa dell'individuo (come, ad esempio, la tuta, il casco, il cellulare). La probabilità che un wearable venga usato, è maggiore che non una postazione mobile tradizionale proprio perché il suo stesso utilizzo non richiede azioni ulteriori se non quella di leggere al visore o di toccare la cintura. Questa innovazione tecnologica, come si può constatare, ha l'effetto di variare l'operatività in termini di strumenti impiegabili ma non di procedure applicabili: le stesse cose che si possono attuare con una postazione mobile tradizionale, si possono compiere anche con un wearable e viceversa. Cambiano infatti le modalità di impiego e, in alcune situazioni, anche la produttività, ma non la fattibilità.

La disponibilità di un'infrastruttura di comunicazione mobile di terza generazione UMTS (*Universal Mobile Telecommunications System*) permetterà di far crescere sensibilmente le funzionalità ottenibili con il solo uso del wearable computer. Un tecnico dotato di computer "indossabile" potrebbe, grazie alla disponibilità di banda offerta dalle future reti mobili, cooperare a distanza con un centro di assistenza scambiando dati, diagrammi, schemi elettrici, imma-

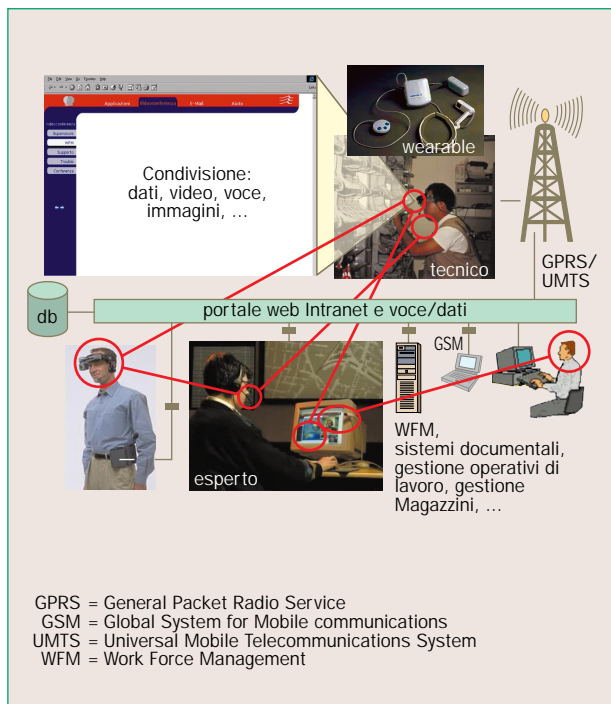


Figura 9 L'operatività multimediale: lavoro cooperativo fra centri con wearable computer.

gini e soprattutto applicazioni progettate per la condivisione elettronica, tra le quali si rammentano quelle di supporto alla realtà virtuale.

Quest'applicazione permetterebbe a un tecnico e ad un assistente - il primo sul campo e il secondo presso il proprio centro di assistenza remoto - di navigare simultaneamente in un ambiente virtuale (il tecnico ad esempio attraverso il visore del proprio wearable e l'assistente dalla sua postazione di lavoro fissa). In questo modo, infatti, l'assistente potrebbe chiarire al tecnico come intervenire su un particolare apparato, da lui indicato in precedenza, agendo entrambi su una ricostruzione virtuale di tutte le componenti interne dell'apparato in modo da assistere il lavoro del tecnico.

Quest'esempio di applicazione software di tele-assistenza virtuale sarebbe un'applicazione tecnologica in grado di variare l'operatività di un'azienda, poiché da un lato sarebbero necessari esperti in specifici centri di assistenza, in grado di aiutare i tecnici nella loro attività sul campo. E dall'altro si potrebbe assicurare, a livello globale, un elevato e omogeneo grado di maturità dei tecnici della singola azienda (misurata in omologazione delle procedure operative e in competenze tecniche acquisite via *training on-line*) indipendentemente dalla specifica realtà territoriale in cui il tecnico svolge il proprio lavoro.

Attivare sessioni di tele-assistenza riduce poi il tempo necessario per svolgere le attività, migliora il grado di apprendimento con sessioni reali e interattive e, allo stesso tempo, permette, tramite l'elevata banda di comunicazione, di condividere simultaneamente informazioni, dati, immagini, audio in un tutt'uno, costituendo così l'embrione della *scrivania mobile* del prossimo futuro (figura 9).

Presso gli attuali gestori delle reti di telecomunicazioni, infatti, l'operatività non è coordinata al meglio per la presenza di duplicazioni e di inconsistenze di dati, per dialetti operativi locali e per sovrapposizioni di competenze. Essa risulta poi strettamente legata alla struttura organizzativa ed è molto specializzata con un coordinamento limitato tra funzioni diverse e tra le stesse funzioni di aree territoriali diverse.

L'organizzazione futura, in particolare di quella oggi più prossima, grazie all'utilizzo della tecnologia di supporto all'LCC, dovrà eliminare le barriere fisico-geografiche, ridurre i dialetti operativi, favorire l'interscambio di informazioni (come base di conoscenza anziché, come polverizzazione delle competenze), velocizzare l'analisi dei problemi e la ricerca delle soluzioni, incrementando così la capacità dell'interlavoro fra il personale e la condivisione delle problematiche su un più ampio spettro di situazioni senza barriere sul territorio.

A titolo d'esempio può essere considerato lo stereotipo del processo operativo di risoluzione cooperativa di un'anomalia di rete a seguito del reclamo di un cliente, rispettivamente per eseguire attività quali quelle descritte qui di seguito (figura 10):

- *acquisizione della domanda*: attività rivolta alla comprensione da parte del centro commerciale del tipo di reclamo segnalato dal cliente;
- *formalizzazione del reclamo*: formalizzazione da parte del centro commerciale delle informazioni inerenti al reclamo e segnalazione mediante la piattaforma di *workflow* del relativo ordinativo (in simultanea) a due distinti centri di lavoro: quello preposto alla verifica degli allarmi di rete (nel caso fossero pervenute segnalazioni simili da parte di altri clienti sul quale si stia già operando local-

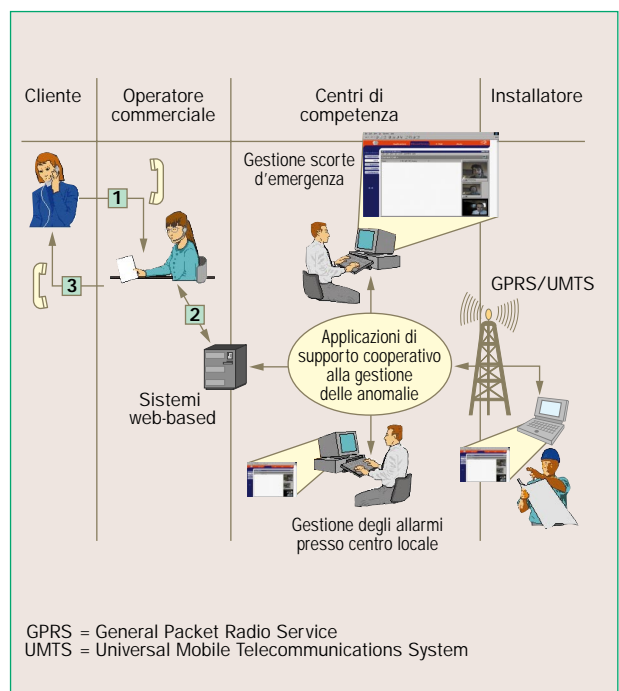


Figura 10 Un processo cooperativo di assistenza tecnica.



Foto A Un wearable computer indossato da un tecnico.

WEARABLE COMPUTER

I wearable computer sono normali personal computer con la caratteristica di poter essere indossati dall'individuo (foto A). In questo modo, il mouse e l'hard disk sono posti nella cintura, il monitor si trova su un apposito visore e la tastiera è sostituita da un riconoscitore vocale.

I leader di mercato di wearable computer sono diverse società degli Stati Uniti, tra cui la Xybernaut e la Via. Alcuni aspetti tecnologici recenti permettono all'utilizzatore di indossare speciali occhiali trasparenti, detti *glas-*

stron (foto B), ad alta definizione per l'interattività multimediale. Tra le prime aziende ad adottare wearable computer possono essere citate la Boeing (per le riparazioni dei reattori), FedEx e Bell Atlantic.

<http://www.wearablecomputing.com>

<http://iswc.gatech.edu>



Foto B Glasstron trasparenti.

mente) e quello preposto alla verifica tecnica della disponibilità di specifiche scorte d'impianto;

- *sessione di videocomunicazione fra centri*: attività in cooperazione, nel caso in cui l'intervento debba essere pianificato, tra i tecnici dei diversi centri per risolvere il problema in esame lavorando congiuntamente con il tecnico di centrale, dotato di postazione mobile multimediale e di canali di comunicazioni di terza generazione, come ad esempio il *GPRS (General Packet Radio Service)* o l'*UMTS*. La sessione di lavoro cooperativo può essere attivata transitoriamente per far operare assieme i diversi esperti necessari al completamento del processo operativo, riducendo così sensibilmente le attività sequenziali del lavoro. Al termine delle attività, la piattaforma di workflow potrà, a seconda dei casi, riattivare una sessione di lavoro cooperativo per la verifica della chiusura corretta dell'intervento e comunque informare tempestivamente sul proprio terminale (mediante una segnalazione video e acustica da browser) l'operatore commerciale della risoluzione del problema riscontrato.

Come può essere rilevato dagli esempi precedenti, la parola chiave di questa nuova architettura techno-organizzativa è il paradigma *web-based enterprise*, da intendersi sia come infrastruttura telematica, sia come struttura organizzativa: ai livelli gerarchici di una struttura verticale, subentrano i nodi di una rete mentre a un processo piramidale si sostituisce l'interazione reticolare tra nodi che esalta l'autonomia e la responsabilità decisionale dei singoli.

5. Conoscenza operativa

Perché la gestione della conoscenza può diventare fattore chiave di successo per le e-telco?

Le imprese flat-reticolari se da un lato tendono a snellire la complessità dei processi operativi dall'altro tendono invece a dilatare l'azienda, allontanando fisicamente tra loro i centri di lavoro. L'uso quindi di soluzioni per il coordinamento (ad esempio WFL) e la cooperazione a distanza (ad esempio LCC) diventano leve tecnologiche e applicative determinanti per riavvicinare virtualmente un'azienda diffusa sul territorio.

Se queste scelte comportano un'adeguata risposta operativa e organizzativa alla pressione della *web-economy* non si deve comunque dimenticare un altro fattore importante: l'elevato tasso di obsolescenza delle reti e dei servizi, nonché l'allontanamento fisico del personale tecnico (nei centri di lavoro) dagli esperti di dominio (nei centri di competenza), potrebbe causare, se non gestita, l'impoverimento degenerativo di competenza da parte del personale tecnico [5].

Si assiste oggi, infatti, a una repentina e progressiva evoluzione delle reti e dei sistemi da gestire (ad esempio SDH, xDSL, ATM, WDM, ...) e ad una loro diffusione a "macchia di leopardo" sul territorio nazionale. Correlando perciò questi fattori con la capillarizzazione aziendale di imprese flat-reticolari, risalta l'esigenza che la competenza, l'esperienza e la conoscenza del personale operativo di una e-telco dovrà essere impiegata da subito in modo innovativo.

Nel prossimo futuro ai sistemi di gestione sia della rete e dei servizi sia dell'operatività (ad esempio

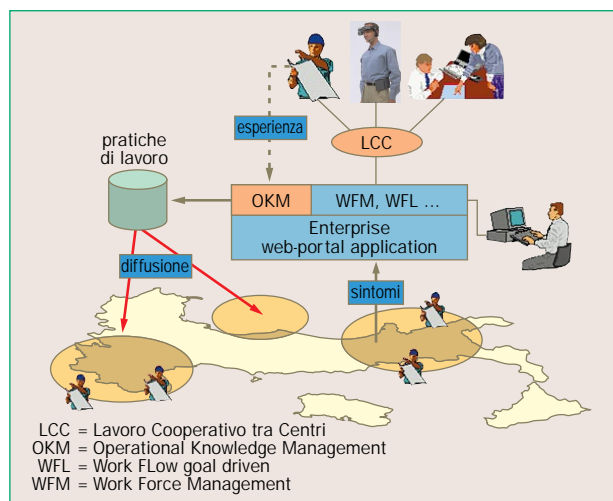


Figura 11 Gestione della conoscenza operativa nelle e-telco.

WFM e WFL), saranno affiancati sistemi flessibili dedicati all'assistenza sul lavoro, in grado di catturare il *modus operandi*, razionalizzarne gli esiti, codificarli in regole operative e diffonderle presso gli altri centri di lavoro in modo che tutti possano apprendere da tutti senza barriere né fisiche né organizzative [7].

Questi sistemi di ausilio alla gestione della conoscenza operativa³ (OKM) sono quindi costituiti essenzialmente da quattro moduli applicativi (figura 11):

- *modulo per la cattura dell'esperienza*, che su base di sintomi (ad esempio allarmi e malfunzioni di rete) e sulla base degli interventi attuati dal personale tecnico, stratifica e correla i comportamenti parametrizzando opportune reti neurali in grado di strutturarsi in funzione delle relazioni causa-effetto che si manifestano in campo;
- *modulo a regole*, che incorpora al proprio interno un sistema esperto attivabile da regole catturate e "codificate" dal modulo precedente, in grado di attivarsi all'insorgere di specifici sintomi e di suggerire al personale tecnico le azioni da intraprendere sul campo;
- *modulo previsionale*, in grado di dedurre nuove regole da similitudini o da ripetizioni nel tempo;
- *modulo di diffusione*, che consente di distribuire (quando necessario) le suddette regole operative anche verso gli altri centri di lavoro preposti a svolgere attività simili, con l'obiettivo di omologare presso altre realtà territoriali l'esperienza (*best-practice*) maturata su casi specifici.

Se quindi si indica con δ il coefficiente di frammentazione aziendale (nullo nel caso di azienda monolitica tradizionale; molto superiore allo zero nel caso di imprese reticolare) e con γ il coefficiente che esprime la frequenza di interscambio informativo necessario per la risoluzione di situazioni di rete e servizi (nullo nel caso di una impresa con tutto il personale allo stesso livello di

⁽³⁾ Da non confondere con i tradizionali sistemi KM (Knowledge Management) che ricadono nel più ampio dominio di applicazioni di supporto al Document Management.

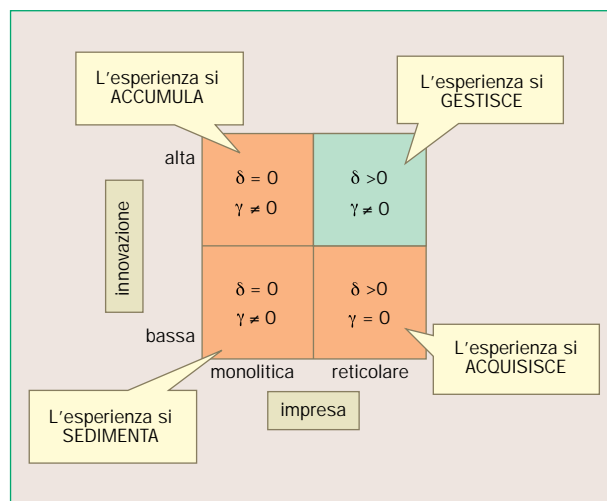


Figura 12 Nelle e-telco la conoscenza si gestisce.

competenza; $\neq 0$ nel caso opposto) si ha:

- quando $\delta = 0$ non servono OKM ed LMS
- quando $\delta > 0 + \gamma = 0$ non servono OKM ed LMS
- quando $\delta > 0 + \gamma \neq 0$ servono OKM ed LMS

In una realtà con un'elevata innovazione tecnologica e con un'alta competizione, la combinazione delle tecnologie di supporto al lavoro OKM, LCC ed LMS risulta determinante e distintiva (figura 12).

Nella figura il riquadro giallo riguarda l'area di copertura operativa tipica delle future e-telco.

6. Conclusioni

Quali prospettive si determineranno allora per le imprese di servizi di telecomunicazioni in questo contesto altamente innovativo (in termini di processi, organizzazione e infrastrutture)?

La tipologia e l'intensità delle interazioni tra clienti ed e-telco sono un naturale riflesso della specificità di questo nuovo mercato.

I futuri clienti costituiranno un parco utenti che richiederà:

- una rete dorsale con un'elevata larghezza di banda di comunicazione attraverso la quale i clienti potranno collegarsi in modo semplice, omogeneo e sicuro;
- una sofisticata architettura di ausilio alle attività correnti del personale operativo capace di omologare le attività e le tipologie di dotazioni (rendendole trasparenti rispetto al settore aziendale di appartenenza);
- un modello di processo in grado di amalgamare in un "continuum" la comunicazione tra singoli reparti e centri aziendali.

Per rispondere a queste esigenze, le e-telco dovranno quindi gestire in modo disaccoppiabile le informazioni in ingresso grazie all'adozione di più sofisticate architetture informatiche, come avviene in sede di valutazione e progettazione presso il TeleManagement Forum con l'iniziativa *NGOSS (Next Generation Operations Systems and Software)*.

Esse dovranno anche dotarsi di "moduli" innovativi, dedicati ad azioni di *enterprise configuration*, tramite i quali la dinamica dei flussi operativi potrà

essere riconfigurata sulla base delle condizioni al contorno e sul rendimento globale d'impresa (gestendo di volta in volta le pressioni competitive con sofisticate politiche di bilanciamento dei carichi di lavoro aziendale, tipici delle aziende adattative).

Sulla base di questo cambiamento di paradigma operativo, TILAB, quale Centro di innovazione del Gruppo Telecom Italia, sta da alcuni anni analizzando e sperimentando soluzioni all'avanguardia in questo specifico settore. Più in particolare, TILAB è da tempo impegnato su alcuni dei fronti tecnologici e di processo riassunti in questo articolo, quali ad esempio: la sperimentazione di soluzioni applicative *web-enabled* di gestione della conoscenza operativa in TIM; la valutazione in laboratorio di tecniche di lavoro cooperativo a distanza su portali aziendali; la progettazione di soluzioni di gestione delle unità operative (*work force management*) e la valutazione - con partner internazionali - degli impatti sia di nuovi modelli organizzativi sia dell'uso di nuove tecnologie emergenti tra le quali quelle dei *wearable computer* di prossima generazione.

La pressione della *web-economy* sta creando le condizioni affinché i gestori di telecomunicazioni si adattino a questi cambiamenti modificando il proprio modo "di essere e di essere percepiti" in modo da non essere "soffocati" dalle nuove leggi della dinamica sociale. Volumi e frequenze di interscambio impongono quindi un cambiamento di paradigma. La transizione da un modello organizzativo piramidale verso uno piatto può suscitare comunque perplessità e reticenze; in generale, si può sostenere che da un lato lo svantaggio più marcato di un'organizzazione a piramide è la lentezza del processo decisionale e dall'altro il vantaggio rilevante risulta la coerenza nell'applicazione delle pratiche aziendali.

Abbreviazioni

ACD	Automatic Call Distribution
B2B	Business-to-Business
C2B	Consumer-to-Business
C2C	Consumer-to-Consumer
DSS	Decision Support Systems
E2B	Employee-to-Business
E2C	Employee-to-Consumer
E2E	Employee-to-Employee
FAQ	Frequent Asked Questions
GPRS	General Packet Radio Service
GSM	Global System for Mobile communications
ICSP	Information and Communications Service Providers
ISP	Internet Service Provider
IT	Information Technology
KM	Knowledge Management
KPI	Key Performance Indicator
LCC	Lavoro Cooperativo fra Centri
LMS	Learning Management Systems
NGN	Next Generation Network
NGOSS	Next Generation Operations Systems and Software
OKM	Operational Knowledge Management

OSS	Operation Support System
PMI	Piccole e Medie Imprese
SDH	Synchronous Digital Hierarchy
SLA	Service Level Agreement
TMF	TeleManagement Forum
TOM	Telecommunications Operation Map
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
VAS	Value Added Service
VoIP	Voice over IP
WDM	Wavelength Division Multiplexing
WFL	WorkFLow goal driven
WFM	Work Force Management

Bibliografia

- [1] Bruno, G.: *Ideare e progettare l'operatività nelle Telecomunicazioni*. CSELT, 2000.
- [2] *TOM Telecommunication Operation Maps Handbook*. Tele Management Forum, 2000.
- [3] Hammer, M.; Stanton, S.: *The reengineering Revolution*. Harper Collins, 1995.
- [4] Hammer, M.: *Beyond Reengineering*. Harper Collins, 1996.
- [5] Leondes, C.T.: *Knowledge-Based Systems*. 2000.
- [6] *International Symposium on Wearable Computers*.
- [7] Davenport, T.H.: *How Organizations Manage What They Know*. Harvard Business, 1997.



Guido Bruno, laureato in Scienze dell'Informazione, ha preso servizio in TILAB nel 1987 occupandosi della definizione e della realizzazione di funzionalità di gestione degli allarmi del Centro Nazionale di Supervisione di Telecom Italia. Successivamente ha operato alla definizione delle tecniche di correlazione degli allarmi trasmissivi, alla definizione e all'applicazione di modelli di stima dei costi del software, alla definizione e realizzazione di un simulatore (REBUS) per la valutazione quantitativa delle prestazioni dei processi. La competenza operativa-processiva si è integrata nel corso degli ultimi anni contribuendo alla definizione verso il Gruppo Telecom Italia degli impatti operativi indotti da tecniche di Work Force (tramite il coordinamento di sperimentazioni sul territorio), alla valorizzazione di nuovi paradigmi operativi tramite strumenti di Operational Planning (OPERA), all'applicazione di soluzioni per la gestione della conoscenza operativa (NetDoctor), all'individuazione di politiche per un diverso controllo di gestione, alla definizione e all'applicazione di metodologie e di strumenti a supporto dell'analisi dei processi operativi, come ausilio del loro assessment in esercizio (ASSO) e a supporto della loro valutazione economica. È autore del libro TILAB "Ideare e Progettare l'Operatività nelle Telecomunicazioni". Dal 1993 ha assunto in TILAB la responsabilità del Centro di Competenza "Processi" e dal 2001 è Area Manager della struttura organizzativa Management Processes nell'ambito della Direzione di Ricerca OSS & Processes.



Enrico Ronco, laureato in Scienze dell'Informazione presso l'Università degli Studi di Torino, opera in TILAB dal 1990, e nel contesto "Processi" dal 1993. Nel corso di questi anni ha maturato significative esperienze contribuendo alla definizione di un Modello di processi di Business afferenti alla gestione della rete a Larga Banda di Telecom Italia. Alla guida di alcuni progetti commissionati da Telecom Italia Internazionale ha coordinato le attività di revisione dei processi di business di Telecom Argentina comprensive della radiografia dell'attuale modo di operare e della definizione e proposta di un modello futuro dell'operatività per l'intera azienda. Nel 2000 ha coordinato il rilevamento dei processi operativi del Centro Nazionale di Assistenza di Telecom Italia. Partecipa, in qualità di Team Leader, al Gruppo di Lavoro TOM (Telecommunications Operation Map) in ambito TMF (TeleManagement Forum).

CENTRO NAZIONALE RETE A LUNGA DISTANZA

Riccardo Camuzzi, Ugo Davide Miletto

IL CN RLD (CENTRO NAZIONALE DELLA RETE A LUNGA DISTANZA) FU REALIZZATO DALL'IRITEL NEL 1993, CON L'OBIETTIVO DI SORVEGLIARE LA RETE TRASMISSIVA A LUNGA DISTANZA, E DOPO AVERLO UBICATO PER UN BREVE PERIODO NEI LOCALI DI ROMA SUD FU POI SPOSTATO NELLA SEDE ATTUALE DI VIA ORIOLO ROMANO 257 A ROMA (FOTO 1).

IL CENTRO OPERA NELL'AMBITO DELLA RETE DI TELECOM ITALIA (SERVIZI DI RETE - SERVICE ASSURANCE) E SI OCCUPA PRINCIPALMENTE DI CONTROLLARE A DISTANZA I COLLEGAMENTI AD ALTA GERARCHIA SIA PDH (140 MBIT/S) SIA SDH (155 MBIT/S) DELLA RETE DI TRASPORTO DI TELECOM ITALIA.

Quando il centro fu costituito la tecnologia trasmissiva permetteva solo una sorveglianza da remoto basata sulla ricezione degli allarmi trasmissivi e la ritrasmissione ai centri di lavoro competenti, CLT (Centri di Lavoro Trasmissioni), per il reindiramento manuale dei flussi in allarme con tempi di disservizio che risultavano in genere di circa 50 minuti.

Oggi i tempi di disservizio sono stati portati al minuto e con la rete SDH (Synchronous Digital Hierarchy) Arianna di nuova generazione [1], introdotta nel 2000 sulla rete a lunga distanza, si arriva a dover tollerare un disservizio di durata assai limitata, pari solo al tempo necessario per lo scambio tra via di servizio e di riserva (50 ms).

Queste prestazioni sono ottenibili grazie a procedure centralizzate di reindiramento dei collegamenti guasti o degradati, nel caso della rete di trasporto cosiddetta

magliata, o con gli apparati DXC (Digital Cross Connect) 4/4, o con dispositivi completamente automatici predisposti già a livello di

di Telecom Italia, quali quello per la rete intelligente, per il traffico, per l'ATM e per il centro nazionale Start (Clienti Business TOP 500), il centro nazionale per la rete a lunga distanza effettua la sorveglianza di secondo livello (sorveglianza centralizzata in Direzione Generale) della service assurance relativa all'intera rete italiana.



Foto 1 La torre radio del comprensorio Telecom Italia di via Oriolo Romano 257.

apparati di rete nel caso di ADM16 degli anelli della rete Arianna.

Il centro nazionale persegue l'obiettivo di controllare l'andamento del traffico interdistrettuale, verso gli operatori Interconnessi, gli OLO (Other Licensed Operators), e verso la rete internazionale di Telecom Italia (verso le tre centrali internazionali di Milano Malpaga, Roma Acilia e Palermo La Malfa) con un presidio continuo giornaliero (h 24). Insieme agli altri centri nazionali

In questo centro lavorano circa quaranta tecnici con la presenza, al momento, di due gruppi di otto assistenti tecnici, operanti con turni per garantire una copertura oraria totale (h 24) e la previsione di inserire un ulteriore gruppo di otto assistenti in turno, specializzato per operare sulla nuova rete di transito nazionale Arianna. Il CN RLD è suddiviso nelle tre principali aree di attività in esso svolte: rete magliata; rete Arianna; lavori programmati e attivazioni.

Osservatorio

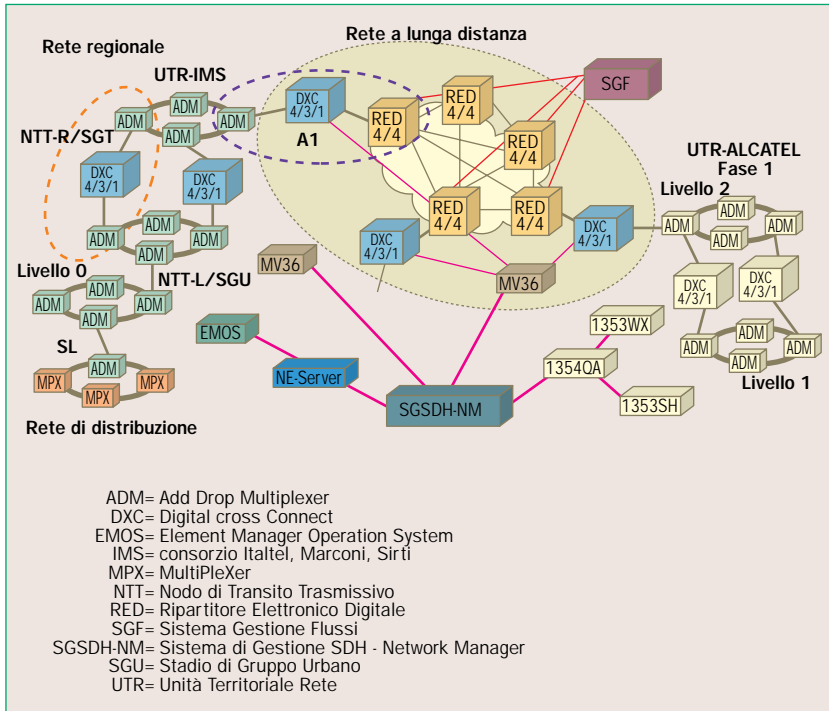


Figura 1 La rete trasmissiva SDH di Telecom Italia con le varie suddivisioni di fornitori ed i sistemi di supervisione.

Secondo la terminologia SDH, il collegamento fisico tra due unità a 155 Mbit/s di apparati diversi è chiamato *DLS (Digital Link Sincrono)*; è invece chiamato *TC (Tandem Connection) (TCAU4)* il collegamento tra due RED 4/3/1 composto da più DLS in cascata. Gli apparati DXC 4/4 (146) sono connessi a un sistema di gestione remoto posto nel centro nazionale. Ogni apparato è connesso alla rete di gestione mediante due collegamenti X.25 della rete a pacchetto Itapac (figura 2).

Il sistema di gestione - l'*SGF (Sistema Gestione Flussi)* - è anch'esso duplicato per la funzione di disaster recovery. La protezione di rete adottata in caso di guasto di un DLS o di un TCAU4 è il reinstradamento (restoration): il sistema, guidato dagli operatori del centro, sceglie una via alternativa utilizzando DLS di scorta e realizza

La rete di trasporto magliata a lunga distanza di Telecom Italia è mostrata nella figura 1: essa offre un panorama dello sviluppo della rete SDH e dei collegamenti tra rete regionale di diversi costruttori (Italtel, Marconi e Alcatel) e quella nazionale formata da apparati *DXC (Digital Cross Connect)* - anche noti come *RED (Ripartitore Elettronico Digitale)* - 4/3/1 Marconi e DXC 4/4 Marconi e Italtel.

La rete è oggi utilizzata per il trasporto dei flussi sia *PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy)* sia *SDH (Synchronous Digital Hierarchy)* tra i diversi nodi A1 (trentuno), che costituiscono gli elementi d'interconnessione tra le diverse reti regionali e l'intera rete nazionale.

La rete magliata è così chiamata per essere composta da apparati DXC 4/4 e terminali di linea a 2,5 Gbit/s collegati a maglia tra loro.

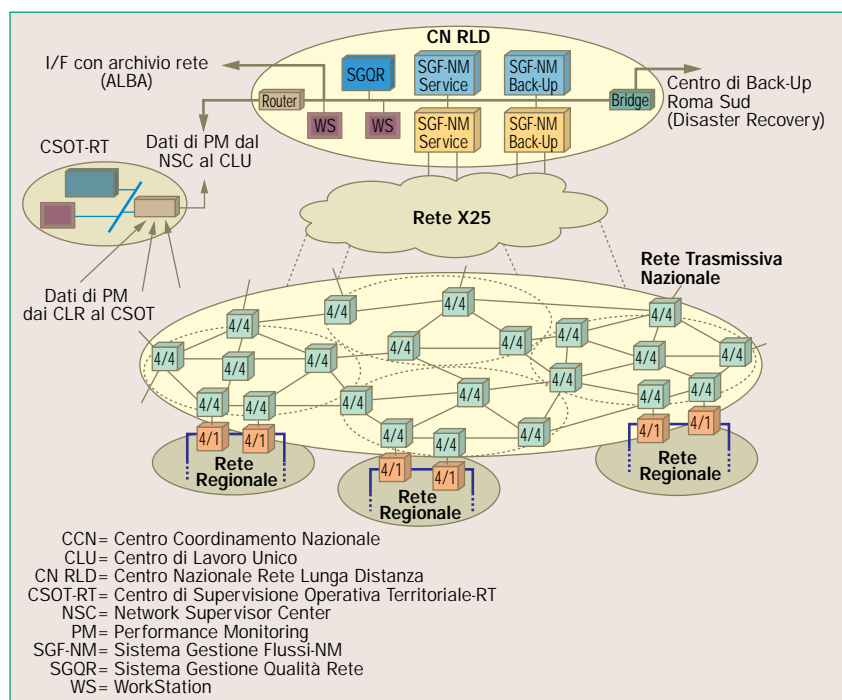


Figura 2 La supervisione della rete di apparati Red 4/4 tramite un sistema di gestione centralizzato.

un nuovo collegamento fornendo i comandi per l'attivazione mediante operazioni di commutazione delle matrici interne dei vari DXC 4/4 interessati dalle connessioni.

Il numero dei DLS e *DLP (Digital Link Plesiocroni)* a 140 Mbit/s è di circa 15 mila in tutto il territorio nazionale con una percentuale dei DL di riserva (DL spare) del 30 per cento (cioè con un valore standard per il dimensionamento rispetto alla consistenza di DLS in esercizio per ogni tratta).

La supervisione della rete di apparati DXC 4/4 è effettuata tramite un sistema di gestione centralizzato.

L'elevata capacità di gestione centralizzata della rete di transito nazionale è utilizzata soprattutto durante i gravi eventi di guasto che si possono verificare a causa di rotture o di tagli accidentali dei cavi a fibre ottiche posati, ad esempio, lungo le autostrade italiane.

In questi casi è valorizzata la possibilità di *restoration* del sistema SGF che assicura, in un periodo di tempo ridotto e a seconda dell'entità del guasto, il ripristino parziale o totale delle funzioni trasmissive tra due centri distanti.

Un esempio delle potenzialità offerte dal sistema si è avuto nel caso dell'interruzione totale del cavo a 48 fibre avutasi sull'Autostrada del Sole Bologna - Firenze nel mese di settembre 2000, che ha reso necessario reinstrodare un centinaio di flussi a 155 Mbit/s e a 140 Mbit/s per un totale di 11 sistemi a 2,5 Gbit/s interrotti. Gli assistenti del centro, tramite il sistema SGF, sono riusciti a ripristinare l'intero collegamento sulla direttrice interessata dal disservizio in meno di un'ora (48 minuti dall'acquisizione dell'ultimo allarme da parte del sistema).

Alcuni mesi prima, per un guasto analogo sulla tratta Firenze -

Roma, causato da un malfunzionamento software, gli allarmi non erano pervenuti correttamente al sistema e lo stesso guasto provocò un'interruzione di diverse ore del traffico tra nord e sud del Paese con conseguenze gravi sul servizio offerto. Solo l'intervento dei giuntisti in questo caso poté ripristinare il servizio nel tardo pomeriggio.

Oltre alla rete magliata dei DXC 4/4 il CN RLD gestisce anche la nuova RTN (*Rete di Trasporto Nazionale*) formata da anelli SDH (Rete Arianna).

La nuova RTN nasce dall'esigenza di impiegare in maniera ottima le risorse, di realizzare una semplificazione gestionale e operativa effettiva e di migliorare le prestazioni soprattutto in termini di affidabilità.

Si è voluto così perseguire l'obiettivo di ottenere una riduzione significativa del costo del servizio di trasporto e di migliorare sia il livello di governo della rete sia la qualità della RTN.

Fra le soluzioni esaminate a questo scopo, è stata scelta quella consistente in un riesame della soluzione attuale, in modo da ridurre i nodi di transito superiore (gli A1 "super" sono sedici), e da costituire, ove conveniente, collegamenti diretti tra i nodi.

Per raggiungere l'obiettivo suddetto sarà fra breve abbandonata la struttura a maglia e quindi dovranno essere rivisti i meccanismi di protezione che nel nuovo scenario non potranno essere più svolti dal reinstrodamiento, che è un meccanismo tipico delle reti magliate.

La maglia nazionale sarà infatti progressivamente sostituita da una serie di collegamenti ad anello che hanno meccanismi di protezione 1+1, giustificati economicamente dai benefici ottenibili con la realizzazione della nuova struttura.

Per razionalizzare la rete di tra-

sporto nazionale attuale è stata ipotizzata l'adozione dei seguenti provvedimenti:

- riduzione dei nodi di transito (dagli attuali trentuno nodi A1 a sedici nodi nazionali superiori);
- semplificazione degli instradamenti mediante la riduzione dei transiti attraverso i nodi nazionali e la necessaria costituzione di collegamenti logici diretti;
- adozione di strategie di reinstrodamiento più semplici basate sulla protezione 1+1 e quindi affidate a meccanismi automatici di commutazione a livello d'apparato [2].

Gli anelli SDH sono formati oggi da ADM 16 della Marconi (MSH51C) e dai relativi rigeneratori (MSH53C); gli anelli sono interconnessi tra loro tramite apparati Marconi DXC 4/3/1 o collegamenti diretti tra ADM di anelli diversi.

La protezione assicurata al momento è quella *MSSPRing (Multiplex Section Shared Protection Ring)* tra i sette anelli di backbone e *SNCP (Sub Network Connection Protection)* sui nove anelli di raccordo con la rete territoriale. Tra gli anelli differenti la protezione è assicurata dai sistemi *MSP 1+1 (Multiplex Section Protection)*.

Il sistema di gestione SG-SDH *NM (Network Manager)* effettua le operazioni di network creation e di service assurance dei singoli cammini, permettendo di controllare in tempo reale lo stato di servizio di tutti i cammini della rete *Arianna* (in servizio o non), nonché lo stato delle protezioni degli anelli sia SNCP che MSSPRing, e permette così di intervenire anche quando non si abbia una situazione di fuori servizio.

Le indicazioni degli allarmi sono elaborate dal sistema e consentono di determinare i collegamenti ed i cammini interessati



Foto 2 Centro Nazionale Rete a Lunga Distanza (CN RLD).

da un malfunzionamento e di generare eventualmente un'informazione di allarme di rete e di fuori servizio per i singoli percorsi. Mediante il sistema proprietario Marconi MV-36 (Element Manage1) i tecnici possono invece effettuare una diagnosi fine per conoscere i guasti di rete o quelli interni di apparato (che sarebbero altrimenti visibili, solo in maniera aggregata, con il sistema GIT di Telecom Italia, basato su contatti di massa d'apparato). Nel corso del 2001 è stato completato l'inserimento nella rete Arianna degli apparati Marconi DWDM (*Dense Wavelength Division Multiplexing*): la tecnologia di moltiplicazione ottica è utilizzata nell'ambito della nuova RTN per poter superare problemi di carenza di fibre ottiche nei cavi già installati. Poiché la rete Arianna è progettata a strati in alcune direttrici critiche, non è infatti sempre possibile disporre di quattro fibre diversificate per ogni strato dell'anello, o per tratti in comune tra due anelli diversi dello stesso strato. Per poter ovviare a questo inconveniente, si è ricorso alla tecnica di moltiplicazione DWDM che affascia in un singolo sistema di trasporto (due

fibre) fino a 12 STM16. Si sostituisce così un flusso a 2,5 Gbit/s per coppie di fibra con una capacità 12 volte maggiore [3]. Nella rete Arianna sono quindi in servizio diverse tipologie di anelli:

- anelli con trasporto interamente SDH sia sulla prima via sia sulla seconda;
- anelli con trasporto SDH sulla prima via e con trasporto misto SDH/DWDM su diversi rami della seconda via.

Si è fatto cenno finora al "modo di trasporto" perché nell'ambito della rete Arianna non si sono adottate soluzioni di protezione realizzate con moltiplicatori ottici. Dal centro è inoltre controllata la rete di sincronismo di Telecom Italia (apparati SASE) e possono essere effettuate rilevazioni statistiche sul degrado qualitativo delle fonti di sincronismo.

Le attività del CN RLD (foto 2) sono completate dal *provisioning* sul sistema SGF, dalle attività di rilievo denominate Mutual AID verso i Paesi confinanti e dai lavori programmati sull'intera rete a lunga distanza di Telecom Italia. Il centro nazionale infatti autorizza le UTR.E (*Unità Territoriali della Rete.Esercizio*) a effettuare gli interventi di

manutenzione sui cavi nazionali in fibra ottica sia terrestri sia sottomarini e costituisce l'interfaccia della Rete verso le strutture della Direzione Internazionale incaricate di dialogare con la Società Elettra per chiedere, ad esempio, il ripristino dei cavi sottomarini della RTN nel mare Mediterraneo. Quest'attività è di assoluto rilievo nell'economia della Service Assurance e occupa una parte importante delle attività territoriali dei MSC.T2.

Case Study: "Doppio guasto sull'anello epsilon"

La recente introduzione nella nuova RTN ARIANNA della protezione MSSPRing a quattro fibre ottiche, sugli anelli di backbone, è stata resa possibile dalla realizzazione di una fitta maglia di sottoreti DWDM, che ha reso disponibili alcune fibre ottiche in precedenza in servizio e quindi ha messo a disposizione due vie alternative per ogni direttrice di un anello.

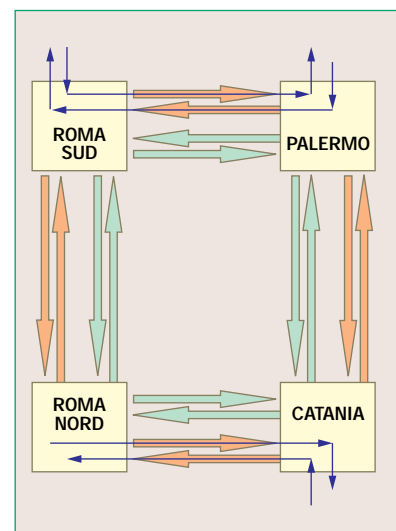


Figura 3 Anello epsilon a quattro fibre ottiche con protezione MSSPRing.

Nel seguente case study si sintetizzano i benefici concreti che la protezione ha apportato nella protezione dei flussi VC4 instradati sull'anello epsilon [1] (figura 3), quando si è verificato un doppio "guasto"3.

Nel gennaio 2001, per realizzare i lavori programmati sul sistema DWDM Pirelli, che collega mediante un portante sottomarino Pomezia a Palermo, si è resa indisponibile la prima via dell'anello epsilon, che tra Roma Sud e Catania utilizza questo sistema.

La protezione MSSPRing è entrata in funzione appena è stato disinserito il sistema Pirelli e l'anello è andato nello stato di SPAN (figura 4), ovvero il traffico che utilizzava la via di esercizio tra Palermo e Roma SUD è stato reinstradato sulla via di riserva.

L'intervento della protezione è stato in pratica senza conseguenze sui flussi trasportati sulla sezione in oggetto in quanto lo scambio è avvenuto in 500 ms, originando così mediamente un ES sui VC4 trasportati.

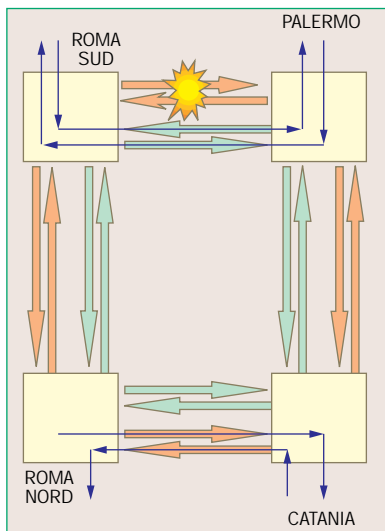


Figura 4 Anello in "SPAN" durante il lavoro programmato.

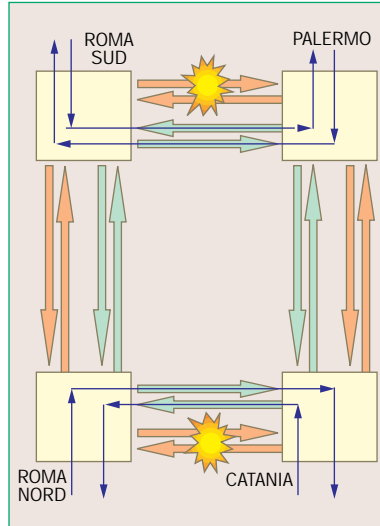


Figura 5 Anello in doppio "SPAN" durante il lavoro programmato e in presenza di un guasto concomitante.

Nel corso delle attività programmate sul DWDM Pirelli, che si sono protratte per altre due settimane, si è avuto un guasto nella tratta tra Roma Nord e Catania (rottura di una scheda ottica su un rigeneratore intermedio, come da figura 5).

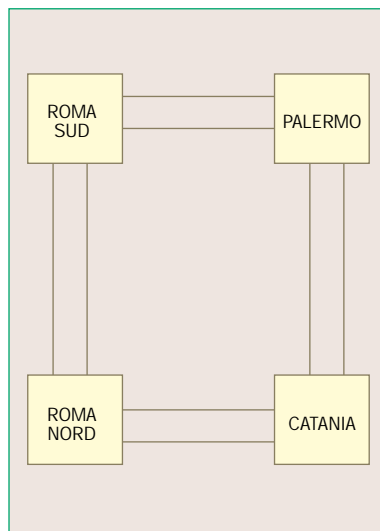


Figura 6 Anello epsilon a due fibre ottiche con protezione SNCP.

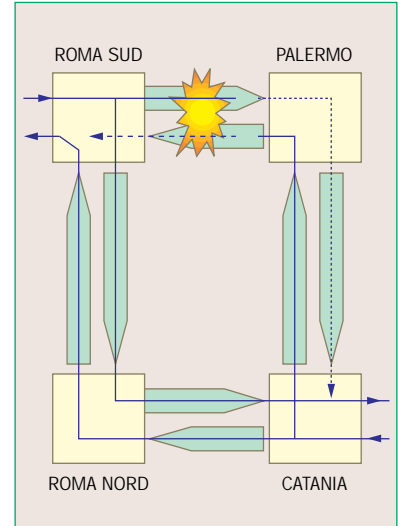


Figura 7 Ipotetica protezione SCNP con solo una tratta guasta.

Si è quindi avuto l'intervento della protezione MSSPRing, che ha permesso di riconfigurare il collegamento con un altro scambio di SPAN, nella tratta di moltiplicazione tra Catania e Roma Nord. Senza il meccanismo di protezione MSSPRing a quattro fibre ottiche,

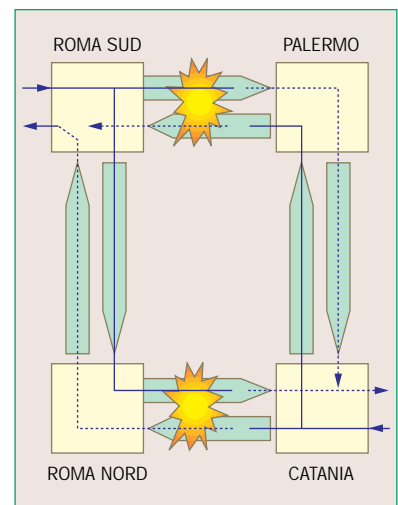


Figura 8 Nel caso di doppio guasto sull'anello con solo due fibre ottiche, si sarebbe perso il traffico dell'area di Roma verso l'area della Sicilia.

ma continuando a disporre solo del SNCP a due fibre ottiche (figura 6), il secondo guasto sullo stesso anello (figure 7 e 8), avrebbe comportato la perdita di tutti i flussi originati a Roma Sud o a Roma Nord e terminati a Palermo o a Catania e viceversa, e si sarebbero così interrotti tutti i collegamenti a lunga distanza per la Sicilia.

Conclusioni

L'evoluzione delle prestazioni delle CN RLD, assieme a quelle della rete trasmissiva, hanno permesso di limitare sensibilmente le interruzioni da guasti, riducendo ulteriormente i disservizi.



Riccardo Camuzzi si è laureato nel 1997 in Ingegneria Elettronica all'Università di Perugia. Dopo una breve esperienza come progettista hardware, è stato assunto in Telecom Italia nel dicembre del 1998. Entrato nella

Service Assurance della Direzione Generale, si è occupato della normativa e delle procedure per l'esercizio della nuova RTN "Arianna". Al Centro Nazionale RLD, è oggi il responsabile della rete Arianna e coordina le attività degli specialisti (SDH DWDM) che si occupano a tempo pieno dell'esercizio e della manutenzione della rete.



Ugo Davide Miletto si è laureato in Ingegneria Elettronica. Assunto nella Direzione Generale della SIP (oggi Telecom Italia) nel 1989, si è occupato di DBA (*DataBase Administrator*) e di sicurezza (SDA) nell'ambito dei sistemi informativi (PSSI).

Passato nella Rete nel 1992 si è occupato dei sistemi di gestione trasmissivi, in particolare della rete di misure e controllo della qualità PDH. È stato responsabile del Centro Nazionale RLD nell'ambito della Service Assurance per due anni fino al luglio 2000. Da oltre due anni è il Program Manager per le reti DW, Internazionali e per i servizi Executive e PAC nell'ambito del Service Delivery - Ingegnerizzazione Nuovi Servizi.

Abbreviazioni

ADM	Add Drop Multiplexer
CLT	Centro di Lavoro Trasmissioni
CLU	Centro Lavoro Unico
CN RLD	Centro Nazionale della Rete a Lunga Distanza
CSOT	Centro di Supervisione Operativa Territoriale
DLP	Digital Link Plesiocrono
DLS	Digital Link Sincrono
DXC	Digital Cross Connect
DWDM	Dense Wavelength Division Multiplexing
EMOS	Element Manager Operation System
MSSPRing	Multiplex Section Shared Protection Ring
NM	Network Manager
NSC	Network Supervision Center
NTT	Nodo di Transito Trasmissivo
OLO	Other Licensed Operators
PDH	Plesiochronous Digital Hierarchy
PM	Performance Monitoring
RED	Ripartitore Elettronico Digitale
RTN	Rete di Trasporto Nazionale
SDH	Synchronous Digital Hierarchy
SGF	Sistema Gestione Flussi
SGQR	Sistema Gestione Qualità Rete
SNCP	Sub Network Connection Protection
SGU	Stadio di Gruppo Urbano
TAL	Terminale d'Apparato Locale
TC	Tandem Connection
UTR.E	Unità Territoriale Rete.Esercizio

Bibliografia

- [1] Cosmo, G.; D'Orazio, G.: *La rete di trasporto nazionale di Telecom Italia*. «Notiziario Tecnico Telecom Italia», Anno 10, n. 1, aprile 2001, pp. 7-18.
- [2] Aureli, G.; Cudia, L.: *Apparati e tecniche di protezione della rete di trasporto SDH di Telecom Italia*. «Notiziario Tecnico Telecom Italia», Anno 7, n. 3, dicembre 1998, pp. 81-91.
- [3] Aureli, G.; Pagnan, P.: *La rete di trasporto ottico (OTN): stato dell'arte e prospettive evolutive*. «Notiziario Tecnico Telecom Italia», Anno 10, n. 1, aprile 2001, pp. 19-35.

2001 European Odyssey: Telecommunications in the e-society

40° Convegno FITCE

Una finestra europea
sull'evoluzione dell'ICT



Barcellona, 22 - 25 agosto 2001

Camillo Bellomo, Antonino Calantoni

PERCHÉ GLI INGEGNERI SI TROVANO RARAMENTE AL VERTICE DELLE SOCIETÀ DI TELECOMUNICAZIONI? FORSE PERCHÉ MANCANO DI IMMAGINAZIONE!

CON QUESTE PAROLE SI È APERTO IL 40° CONGRESSO DELLA FITCE CON L'AUSPICIO FORMULATO DAGLI ORGANIZZATORI, CHE IL CONGRESSO OLTRE CHE AFFRONTARE CON COMPETENZA GLI ARGOMENTI PIÙ ATTUALI DELLE TELECOMUNICAZIONI, POTESSE FORNIRE ANCHE UNA "VISIONE" SUL FUTURO IN QUESTO CAMPO, DISCUTENDO ASPETTI TECNICI E RAPPRESENTANDO POSSIBILI SCENARI EVOLUTIVI.

IL CONGRESSO SI È SVOLTO PRESSO IL FIRA PALACE BARCELONA DAL 22 AL 25 AGOSTO 2001 ED HA AVUTO COME TEMA: *2001, ODISSEA EUROPEA: LE TELECOMUNICAZIONI NELLA E-SOCIETY*.

ALLE GIORNATE EUROPEE HANNO PARTECIPATO OLTRE DUECENTOSETTANTA CONGRESSISTI PROVENIENTI DA QUINDICI PAESI (SEDICI ITALIANI) E CIRCA DUECENTO ACCOMPAGNATORI.

COSA È EMERSO NEL CONGRESSO

RISPETTANDO LO SPIRITO DELLA FITCE (FEDERAZIONE EUROPEA DEGLI INGEGNERI DELLE TELECOMUNICAZIONI), NEL CONVEGNO SONO STATI TRATTATI DIVERSI TEMI TRA QUELLI DI ATTUALITÀ DEL MONDO DELLE ICT AFFRONTANDO CIASCUN ARGOMENTO NON SOLO DAL PUNTO DI VISTA TECNICO MA ANCHE ECONOMICO, E SOFFERMANDOSI ANCHE SULL'IMPATTO DELLO SVILUPPO TECNOLOGICO SUL SOCIALE.

1. e-society

Durante la sessione di apertura sono stati trattati alcuni aspetti più generali legati al tema del Congresso. È stato sottolineato come lo sviluppo della e-society sia stato reso possibile dalla crescita contestuale del settore della ICT.



Le 40° Giornate Europee della FITCE si sono tenute a Barcellona. Nella foto una veduta della Cattedrale della Sagrada Família (Antoni Gaudí).

La velocità di sviluppo di tale settore è stata ben descritta per quanto riguarda l'*Information Technology* dalla ben nota *legge di Moore* (formulata nel 1965): "il costo della capacità di elaborazione di dati si dimezza ogni sei mesi". Da qualche anno (1997) è stata, anche, formulata per la *Communications Technology* l'ancora più impressionante *legge di Gilder*: "la banda disponibile raddoppia ogni sei mesi".

Questa crescita di risorse a costi decrescenti ha reso possibile in campi quali l'e-commerce, l'e-government, la telemedicina, realizzazioni prima inimmaginabili. Basti considerare, ad esempio, che nel settore della telemedicina, si è passati da applicazioni semplici come la telecardiologia (che richiedono la trasmissione di circa 100 kbytes per esame) ad applicazioni come la teleradiologia (per la quale è necessa-

ria la trasmissione di alcuni Mbytes per esame) fino ad applicazioni più complesse come la teleangiologia (che richiedono la trasmissione di alcuni Gbytes per esame).

Il problema della sicurezza nell'archiviazione digitale dei dati, di importanza basilare nella e-society, è stato presentato da Trevor Wright (di BTexact Technologies) in *Secure digital archiving of high-value data*. Un livello assai elevato di sicurezza è ancora più essenziale da quando negli Stati Uniti e in diversi Paesi europei è stata riconosciuta per legge, in numerosi ambiti commerciali e legali, la validità dei documenti immagazzinati in forma elettronica.

Di particolare interesse risulta la sicurezza del *timestamping*, della registrazione, cioè, in forma elettronica della data in cui un certo documento è stato archiviato. È evidente l'importanza che la immutabilità di questa data ricopre per documenti come le richieste di brevetto o per i testamenti.

Uno sguardo sulla evoluzione dell'*information society* nei prossimi cinque anni è stato fornito da una memoria basata su un esame effettuato dal *Centro Studi e Ricerche di Telefonica* centrato sul caso della Spagna. L'intervento è stato presentato da Antonio Castillo e Octavio Martinez-Albelda, ed era intitolato *A report on the Information Society in Spain: 2001-2005 perspective*. Secondo questo studio, l'evoluzione nei prossimi anni avverrà in maniera molto graduale. Nel 2005 avrà accesso a Internet il 40 per cento della popolazione spagnola, mentre, sempre nello stesso anno, metà delle società e delle aziende spagnole avrà approntato un proprio sito web. Il prezzo dei terminali destinati ad applicazioni interattive dovrebbe essere dal 5 al 30 per cento inferiore all'attuale. Le tariffe per i servizi di telecomunicazioni in Spagna saranno poi prevalentemente - anche se non esclusivamente - di tipo *flat*.

La memoria conclusiva della sessione sul commercio elettronico ha trattato un tema importante per la sicurezza dell'e-commerce, quello dei *firewalls*: *Certificate-based distributed firewalls for secure e-commerce transactions* (di Ivan Djordjevic e Chris Phillips, dell'Università di Londra). È stato mostrato come l'uso di architetture innovative, come quella dei *firewalls* distribuiti, consenta di costituire sistemi di comunicazione particolarmente adatti a gruppi chiusi di utenti con composizione variabile, senza creare, al contempo, limiti di carattere topologico alle strutture delle reti.

2. Next generation network

Nella sessione dal titolo *next generation network* sono state trattate principalmente le conseguenze dello sviluppo delle reti di nuova generazione per gli operatori tradizionali (*incumbent*), in termini di convergenza dei servizi e di evoluzione dei processi organizzativi.

In un mercato sempre più liberalizzato e oggetto di deregolamentazione, gli operatori tradizionali, sotto la pressione di nuovi gestori che offrono pacchetti di servizi integrati (fonia, dati e multimediali), sono stati, infatti, costretti a separare spesso le diverse attività che compongono la catena del valore relativa al business delle telecomunicazioni.

La separazione delle attività in ruoli specifici, che sarà presumibilmente accentuata con lo sviluppo delle reti di nuova generazione, non è da considerare di per sé negativa. Essa al contrario offre agli operatori l'opportunità di rivedere i propri processi organizzativi semplificandoli, strutturando le relazioni tra una funzione e l'altra attraverso specifici contratti che definiscono, ad esempio, responsabilità e *SLA* (*Service Level Agreement*). Questa previsione è stata indicata da Harrie Bastiaansen della KPN (*Next generation networks. Forcing operators towards new network design principles*). Nella memoria è anche definito l'ambiente in cui interagiscono una miriade di fornitori di servizi di accesso, di trasporto, di applicazioni, inclusi gli utenti finali come *l'ecosistema delle telecomunicazioni*.

Nello stesso intervento è stato anche proposto un modello organizzativo a ruoli, nel quale la separazione delle responsabilità di ciascuno di essi implica regole conseguenti di progetto e scelte architetture orientate alla separazione in domini.

Un altro interessante aspetto, riguardante la migrazione della fonia sulle reti di nuova generazione, è stato affrontato da Friedrich Suppan (*Telecom Austria*) che ha presentato in *Reflections on migration scenarios of voice networks towards next-generation networks for incumbent operators*; un'analisi degli aspetti tecnici, regolatori e commerciali, che tratteggia i diversi possibili scenari della migrazione.

Un esempio di come le reti di nuova generazione siano in grado di interagire e gestire in maniera sicura anche l'evoluzione dei servizi tradizionali è stato mostrato dalla presentazione di un ricercatore della KPN, Richard Kerkdijk, che ha illustrato, in *Remote manage-*

ment of next-generation PBXs via the Internet: security issues, le modalità con le quali è possibile gestire in maniera sicura e flessibile PBXs di nuova generazione basati sul protocollo IP attraverso Internet, mediante le ormai consolidate tecniche di *firewall* e attraverso l'utilizzo delle funzionalità IPsec proprie di queste reti.

3. Access network

La sessione è stata dedicata all'approfondimento di problemi relativi alla rete di accesso. Sono state in particolare analizzate le diverse tecnologie disponibili per la fornitura di accessi a larga banda e i relativi criteri di inserimento in rete, che si basano su valutazioni tecnico-economiche.

Le tecnologie xDSL sono largamente utilizzate dalla maggior parte dei gestori di telecomunicazioni europei che sono oggi impegnati, sia pure in misura diversa, nell'introduzione in rete di *DSLAM* (*Digital Subscriber Line Access Multiplexer*) per la fornitura di servizi ADSL. Le

prestazioni della tecnologia ADSL non sono uniformi ma dipendono da almeno tre fattori locali: la qualità delle coppie in rame; il grado di riempimento dei cavi; la lunghezza dei rilegamenti. Risulta perciò fondamentale per ogni gestore tradizionale pianificare con accuratezza le risorse relative ai portanti in rame in modo da rendere ottimo l'impiego dei cavi nella rete di accesso, ridurre al minimo fenomeni di interferenza e, allo stesso tempo, garantire livelli di servizio adeguati.

Per quanto riguarda i tempi di fornitura dei servizi xDSL, è stata presentata un'analisi dalla quale emerge che in Europa occorrono in media trentatré giorni lavorativi per dar corso a un ordine. I principali problemi sono legati alla complessità delle procedure di *provisioning* che coinvolgono diversi attori: dalla configurazione della *CPE* (*Customer Premises Equipment*) posta presso il cliente a quella dei DSLAM, dei nodi ATM e dei *NAS* (*Network Access Server*) e, infine, alla permuta delle coppie in rete di

accesso. La soluzione che può consentire di ridurre questi tempi è legata alla possibilità di integrare le funzioni dei differenti sistemi di gestione, in modo da semplificare le procedure di provisioning. Questa proposta è stata presentata da *Koen Van de Vel della Lucent Technologies* (*Avoiding xDSL provisioning pitfalls. How to mass market and roll-out xDSL services*) che ha illustrato quali possono essere le strategie per superare le strozzature legate al *provisioning* e per permettere di introdurre più rapidamente servizi xDSL dedicati al mercato di massa.



Il porto di Barcellona in un'immagine del XVII Secolo.

Le soluzioni in fibra ottica, rappresentano la migliore soluzione cui tendere in prospettiva. È stata tuttavia sottolineata la necessità di effettuare studi di geomarketing, in modo da individuare le aree con un'alta redditività che ne giustificano l'impiego, evitando così i cablaggi "a tappeto" che sono oggi molto rischiosi. Tra le soluzioni ottiche oggetto di esame, oltre a quella SDH, sono state segnalate quelle *FSAN* (*Full Service Access Network*) basate su tecnologia

PON impiegata (ad esempio in Grecia) o l'impiego di soluzioni miste di fibra e di accesso radio.

Quest'ultima realizzazione ha fornito interessanti spunti di discussione: l'accesso radio infatti è stato finora considerato, in modo particolare dai nuovi operatori come l'alternativa all'*unbundling del local loop* o semplicemente un mezzo per ridurre il *time to market* in un contesto competitivo. Sul mercato cominciano tuttavia a comparire dei sistemi a bassa capacità (fino a 512 kbit/s) e di basso costo, basati su tecnologia ATM che operano in banda 3,5 GHz e che potrebbero essere utilizzati come complemento alle soluzioni ADSL per il mercato delle PMI in aree in cui esse siano poco presenti. È quanto ha suggerito *Tom Sheahan della Eircom* nella sua presentazione (*Bypassing the bottleneck with broadband and fixed wireless access*) che ha fornito anche un panorama sullo stato dell'arte di questi sistemi.

4. Policy issues

In questa sessione sono state trattati temi legati alla regolamentazione delle telecomunicazioni, alle strategie industriali e alla elaborazione degli standard tecnici.

Serge Barbare (Institute of political studies of Paris) ha illustrato in *The effects of liberalisation on telecommunications tariffs* gli effetti della liberalizzazione sulle tariffe di comunicazione, presentando dati sull'andamento delle tariffe telefoniche nell'Unione europea a partire dal 1996 e confrontando poi le tariffe nazionali e internazionali dei diversi Paesi caratterizzati da un differente grado di liberalizzazione (figura 1). L'effetto positivo della liberalizzazione sui costi per l'utenza è confermato dal fatto che un Paese in cui le telecomunicazioni non sono liberalizzate, come il Sud Africa, è caratterizzato non solo da tariffe fino a un ordine di grandezza superiori rispetto a quelle

obligations in Europe) della OTE, Grecia, che ha indicato lo stato della normativa europea più recente; quello delle metodologie prevalenti per il calcolo dei costi e quello delle modalità di copertura di tali costi. È emerso come i diversi Paesi europei applichino regole e metodi di calcolo diversi; questi approcci differenti sono dovuti anche alle diversità legate alle estensioni delle reti, alle condizioni geografiche e alla densità di popolazione.

In una memoria, elaborata da *Sergio Ramos, Claudio Feijóo, Luis Castejón, Jorge Pérez del Politecnico di Madrid* sono state indicate le strategie per l'introduzione di nuovi servizi con la televisione digitale. La presentazione, *Market strategies for digital TV services: the spanish case*, è risultata interessante in quanto la Spagna è stato uno dei primi Paesi dell'Unione Europea a regolamentare la televisione digitale. È stato chiarito come il massimo beneficio per gli utenti, unito a un'equilibrata competizione in questo settore, possano essere conseguiti solo quando la normativa emessa dalle Authorities che hanno questo mandato sia del tutto trasparente alle soluzioni tecniche adottate nelle piattaforme dei diversi gestori. La regolamentazione poi, a parere degli autori, deve essere il più possibile limitata, e non deve in alcun modo ostacolare lo sviluppo di nuovi servizi e applicazioni.

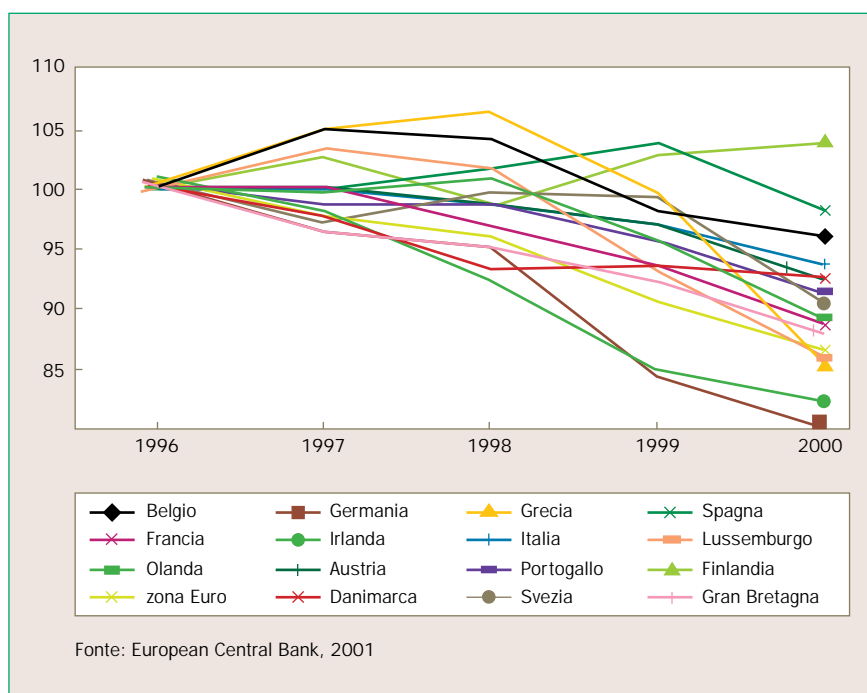


Figura 1 Tariffe telefoniche nella Unione Europea.

del Paese europeo più competitivo, ma anche da una tendenza alla crescita delle tariffe anche nel 2001.

Il tema dell'obbligo del Servizio universale è stato trattato da *Ioannis P. Chochliouros (Current and future aspects of universal service*

5. Mobile networks and systems

Negli ultimi anni un importante fattore per lo sviluppo delle comunicazioni mobili è stato individuato nella ricerca di soluzioni tecnologiche ed economicamente convenienti per garantire agli utenti una velocità di trasmissione dei dati superiore ai 9,6 kbit/s permessi dallo standard GSM. La memoria *From GSM to GPRS: The Evolutionary Steps to cellular wireless data transmission* di *Spiros Louvros della Cosmote (Grecia)* è un ottimo tutorial che descrive i passi evolutivi che a partire dal GSM hanno portato al GPRS (*General Packet Radio Service*) passando per la tecnica HSCSD (*High Speed Circuit Switched Data*).

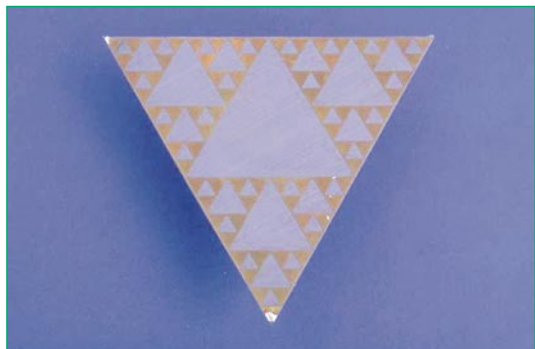


Figura 2 Uno dei due monopoli dell'antenna di Sierpinski.

Lo standard HSCSD può essere sviluppato in maniera economica a partire da una rete GSM con poche modifiche hardware e, sebbene consenta di raggiungere una velocità di trasmissione dati fino a 57,6 kbit/s paragonabile all'accesso base ISDN, è tuttavia ancora una tecnica a commutazione di circuito che non permette una piena compatibilità con Internet e che consente di offrire, quindi, un numero limitato di servizi all'utente finale. Il vero salto di qualità nella trasmissione su rete radiomobile è costituito dal GPRS che, attraverso la tecnica di commutazione a pacchetto, può offrire una velocità massima di 100 kbit/s e soprattutto la piena accessibilità ai servizi veicolati da Internet.

La memoria *Fractal-Shaped Antennas and their applications to GSM 900/1800* di Carles Puente et alii della *Fractus* (Spagna) ha suscitato particolare interesse tra i congressisti in quanto ha descritto una nuova tecnologia che sembra essere promettente per la costruzione di antenne di ridotte dimensioni operanti su diverse bande di lunghezza d'onda.

È noto, infatti, che le dimensioni di un'antenna sono direttamente correlate con la lunghezza d'onda, cosicché è estremamente difficile costruire antenne di dimensioni ridotte e operanti su diverse frequenze. La nuova tecnologia si basa sull'osservazione che strutture "frattali" possono interagire con il campo elettromagnetico circostante in maniera tale che le proprietà geometriche si trasferiscono al campo elettromagnetico prodotto dalla stessa antenna. L'antenna schematizzata in figura 2, chiamata antenna di

Sierpinski - per ricordare il matematico polacco che per primo ha studiato le proprietà di questa particolare forma frattale basata sul triangolo - costituisce il primo esempio di un'antenna multibanda frattale.

Una volta che le proprietà multibanda di questo tipo di antenna sono state completamente verificate, gli studi sono stati concentrati su possibili criteri di modifica in modo controllato del comportamento dell'antenna attraverso alterazioni della sua geometria. In figura 3 è mostrata la distribuzione di corrente sul monopolio di Sierpinski su quattro bande in frequenza crescenti.

6. Designing for quality

In questa sessione *Miroslav Ziegler* (*Czech Telecom*) ha presentato una memoria complessa: *Optical Technology in Telecommunications: Catalyst of the Information Age*. In essa il concetto di informazione è affrontato sia dal punto di vista etico, per le implicazioni che l'accesso alle fonti di conoscenza ha nella Società contemporanea, sia dal punto di vista della fisica in termini di capacità di trasporto e di elaborazione e fruizione dell'informazione.

Ziegler ha messo in luce come l'aspetto più evidente dell'*età dell'informazione* sia costituito dalla combinazione di Internet e della telefonia cellulare. Dal punto di vista dell'utente, infatti, Internet rappresenta la possibilità di accedere all'informazione su scala mondiale, mentre il cellulare è il primo mezzo rudimentale per una connessione permanente e ubiquitaria alle fonti dell'informazione. L'evoluzione di questo modello verso un'età matura dell'informazione sarà resa possibile dalla realizzazione di motori di ricerca più sofisticati e dalla possibilità di utilizzare tecnologie che consentano di rendere lo

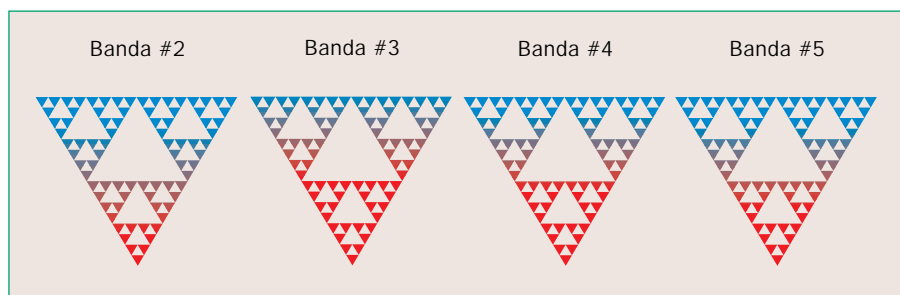


Figura 3 Distribuzione della corrente sul monopolio di Sierpinski in quattro bande superiori ai 900 MHz.

Conferenze

schermo del cellulare paragonabile virtualmente a quello di un personal computer. Già oggi sono stati ideati dispositivi che, montati su appositi occhiali, sono in grado di proiettare le immagini direttamente sulla retina. Il punto cruciale è costituito tuttavia dal continuo progresso della tecnologia ottica che negli ultimi anni sta registrando miglioramenti sensibili.

La difficoltà di costruire sistemi in grado di generare e di elaborare segnali con velocità di cifra sempre maggiore è stata in parte superata attraverso la tecnica del WDM, che consente la trasmissione parallela su diverse lunghezze d'onda, aumentando, così, la capacità di trasporto della singola fibra senza ricorrere a velocità di cifra proibitive. Un altro passo avanti riguarderà l'introduzione di cross-connettori ottici che, oltre a permettere un'effettiva flessibilità della rete, presentano il vantaggio di essere del tutto trasparenti ai diversi protocolli trasmissivi.

7. The User Dimension

In questa sessione gli autori delle memorie si sono soffermati sul concetto di personalizzazione dei servizi offerti ai clienti. Con l'evoluzione di Internet, infatti, sono cadute le barriere geografiche e con esse la dimensione dei mercati per le aziende che sono presenti in rete. Ma, contemporaneamente, il potere dei venditori, che risiedeva nella base di clientela su cui potevano contare, si è trasferito ai clienti stessi che, con un semplice *click del mouse*, possono scegliere un nuovo fornitore rapidamente e con semplicità.

In questo nuovo contesto la fedeltà dei clienti assume nuovi contorni e una rilevanza strategica sempre maggiore. La ricetta per "fidelizzare" i clienti è basata sulla conoscenza degli interessi e dei bisogni di ciascuno di essi, in maniera da offrire servizi mirati e personalizzati (ad esempio prodotti, messaggi pubblicitari) in grado di far crescere i ricavi dei relativi business.

La panacea è quindi rappresentata dalla personalizzazione dei contenuti, com'è stato sostenuto da *Neil Gerry di BTextact technologies* che, nel suo intervento *Content delivery: the personal touch*,

ha anche descritto una possibile architettura di rete in grado di personalizzare i contenuti erogati ai clienti attraverso il web (figura 4). Un'altra interessante memoria (*Always-on network services: why bother?*) è stata presentata da *Charlotte Gibbs di BTextact technologies*, che ha illustrato i risultati di una ricerca effettuata in cinque Paesi europei sulla percezione della funzionalità *always on* dei servizi a larga banda.

Da questa ricerca è emerso che la possibilità di essere *always on* è particolarmente apprezzata dai clienti e in genere ha portato a un

aumento sia del numero dei servizi fruiti tramite la rete sia del tempo medio di connessione. A sorpresa, però, da questa ricerca è anche emerso che i clienti desiderano controllare maggiormente il flusso di informazioni ricevute, gestendone la qualità e, eventualmente, la possibilità di poter "spegnere" il collegamento e isolarsi dalla rete così come avviene, ad esempio, con i terminali per la telefonia mobile.

Nel caso italiano è stata manifestata in particolare l'esigenza di poter disporre di servizi interattivi di tipo *push*, per l'aggiornamento ad esempio di informazioni e notizie in tempo reale, nonché emerge la necessità di dotarsi di sistemi di protezione - quali firewall o software anti-virus - per proteggersi da eventuali intrusioni dalla rete. L'*always on* è quindi percepito come un'opportunità ma anche come un potenziale rischio per la sicurezza del proprio PC.

8. Evolving infrastructure

Questa sessione è stata caratterizzata da interventi di natura prevalentemente tecnica riguardanti l'evoluzione delle infrastrutture di rete, che sono stati seguiti con particolare interesse dai delegati. *Camillo Bellomo, di Telecom Italia*, ha descritto in *The way towards broadband services* le architetture di rete che il

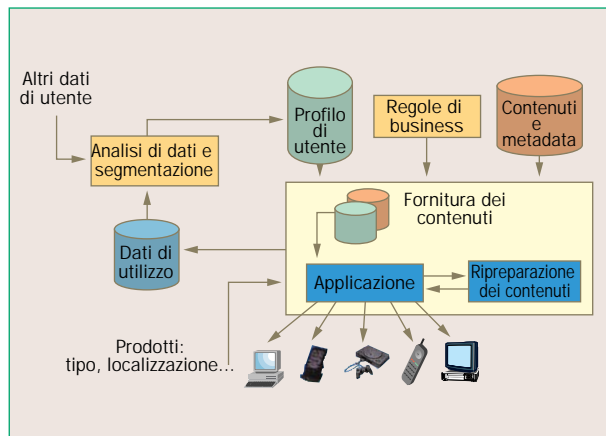


Figura 4 Elementi primari di un sistema di personalizzazione.

Conferenze

gestore italiano sta impiegando nell'accesso per la fornitura dei servizi a larga banda. La presentazione ha suscitato un notevole interesse, in particolare per quanto indicato sull'impiego della tecnologia Gigabit Ethernet in ambito geografico (figura 5) verso la quale Telecom Italia, in anticipo rispetto ad altri gestori europei, si è orientata per fornire servizi a larga banda dedicati alla clientela top (servizi di connettività IP e di interconnessione LAN) e l'impiego di tecnologia DWDM (Dense Wavelength Division Multiplex) nel backbone dati.

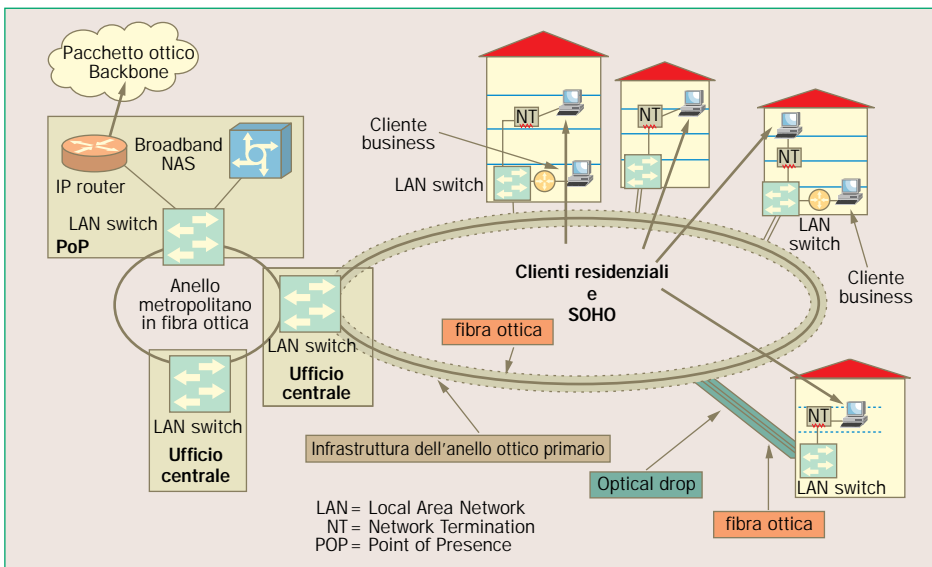


Figura 5 Architettura di rete Ethernet Gigabit.

Di *optical networking* ha parlato anche Marc Mignon di Belgacom (*The introduction of optical networking into the Belgacom backbone*), che ha mostrato la nuova architettura di rete ottica che il gestore sta sviluppando per sostenere il rapido incremento di banda sul backbone legato allo sviluppo di servizi a larga banda. Marc Mignon ha ricevuto anche il premio per la migliore presentazione tra i giovani relatori al Congresso. Dalle relazioni presentate è emerso, in generale, che la tecnologia DWDM appare come la più promettente, sia in termini di modularità di banda sia dal confronto tra investimenti e costi rispetto all'evoluzione di soluzioni basate sulla SDH (STM-64 e STM-256). Queste soluzioni, via via che si raggiungono velocità di cifra elevate, devono confrontarsi con i vincoli imposti dalle limitazioni intrinse-

che nella trasmissione su fibre, dovute principalmente alla dispersione di polarizzazione, PMD (*Polarisation Mode Dispersion*).

9. The e-business

Nell'ultima sessione, dedicata all'e-business, si è discusso sulle nuove interessanti opportunità offerte, ai gestori delle reti di telecomunicazioni e agli ASP (*Application Service Provider*), dal mercato dell'e-business e dalle sue diverse sfaccettature che comprendono il commercio elettronico (*e-commerce*), il commercio con terminali radiomobili (*m-commerce*), il pagamento elettronico (*e-cash*), l'approvvigionamento di beni e servizi (*e-procurement*).

I motivi che giustificano il successo dell'e-business risiedono nella capacità di ridurre tempi e costi - principalmente quelli legati alla distribuzione e all'immagazzinamento - rispetto alle attività di commercio tradizionali.

Dalle relazioni presentate è emerso però che in America e in Europa le piccole e medie imprese - che costituiscono circa il 70 per cento dell'intero tessuto produttivo - hanno adottato soluzioni di e-business in numero assai basso: solo il

12 per cento delle PMI europee si sono, infatti, dotate di queste soluzioni, mentre il 40 per cento circa non ne ha nemmeno pianificato l'introduzione.

In uno studio presentato da due ricercatori statunitensi, Elizabeth Fife e Francis Pereira (*Small and medium-size enterprises and the e-economy: challenges and prospects*), entrambi della University of Southern California, è stato mostrato come il livello degli investimenti necessari per la maggior parte delle PMI sia assai superiore rispetto ai vantaggi che esse potrebbero trarne in un'ottica di breve e medio periodo.

I maggiori benefici dell'e-business derivano, infatti, dalle economie di scala che per le PMI è comunque difficile da ottenere. Viceversa, le grandi aziende possono conseguire notevoli vantaggi con l'introduzione delle soluzioni di e-

Conferenze

business attraverso la riduzione significativa di alcune voci di costo, a condizione di modificare la catena del valore, che ha però nelle PMI l'anello portante (oltre l'80 per cento delle PMI sono legate alla filiera produttiva di aziende più grandi e commerciano con esse).

Per uscire da questa situazione di stallo, sono state proposte diverse soluzioni, che hanno un punto in comune: il sostegno alle PMI da parte dei governi nazionali o delle stesse grandi aziende, per consentire ad esse di introdurre nei propri processi produttivi soluzioni di e-business in grado di migliorarne efficienza e competitività.

10. Una voce fuori dal coro

È opinione diffusa che in un futuro prossimo le comunicazioni mobili, Internet e televisive, saranno integrate in una singola struttura di rete. Il processo di unificazione è chiamato *convergenza*. Si ritiene anche che questo processo sia allo stesso tempo utile, necessario e inevitabile.

Ma sarà proprio così?

È quello che si è chiesto *Michele Morganti, della Siemens*, presentando *Beyond Mobility: Ubiquitous Services and applications for a wireless society* nell'ambito della sessione *The Mobile Society*. La memoria gli è valsa il premio non solo per la migliore presentazione al Congresso ma anche per il migliore testo redatto.

La *convergenza* - precisa l'autore - sembra essere un sogno (o un incubo) ricorrente

della maggior parte degli ingegneri, che porterà a un'unica infrastruttura di rete per tutti i servizi e le applicazioni. Nel passato il sogno sembrava dovesse concretizzarsi con l'ISDN e, più di recente, attraverso la realizzazione di una non precisata struttura di rete che ha al suo centro Internet e i suoi protocolli in grado di garantire gradi diversi e controllati di qualità di servizio sia interattivi sia di tipo diffusivo. Ad essi si accede mediante una rete radiomobile.

In realtà poi nessuno spiega come una rete di questo tipo - seppure tecnologicamente realizzabile - può essere poi gestita economicamente; o, in altre parole, non è stato ancora proposto un modello di business e di profitti credibile. L'unico elemento chiaro, ha rilevato con ironia Morganti, è che la convergenza può venire concretamente alla luce in una futura *next generation* (figura 6).

Per meglio chiarire la mancanza di un modello economicamente credibile, il relatore ha approfondito le conseguenze legate a una tendenza incontrovertibile: il traffico dati sta crescendo molto più velocemente di quello telefonico. Questo elemento porta la maggior parte degli addetti ai lavori a concludere che il traffico voce dovrà necessariamente essere veicolato su una rete dati a pacchetti su IP.

L'ipotesi sembra logica, ma un attento esame mette in luce alcuni problemi di non facile soluzione. Innanzitutto la voce, e in genere tutti i servizi per cui è importante il rispetto di precisi riferimenti temporali, hanno esigenze di qualità del servizio molto differenti rispetto

a quelle richieste da un servizio di trasferimento dati offerto dalle reti a pacchetto e in particolare da quelle basate sui protocolli IP.

Assicurare una qualità del servizio accettabile per far transitare il traffico fonico attraverso un numero significativo di sottoreti IP, richiede infatti investimenti ingenti, oltre che lo sviluppo di nuovi protocolli. Tutto ciò è in palese con-

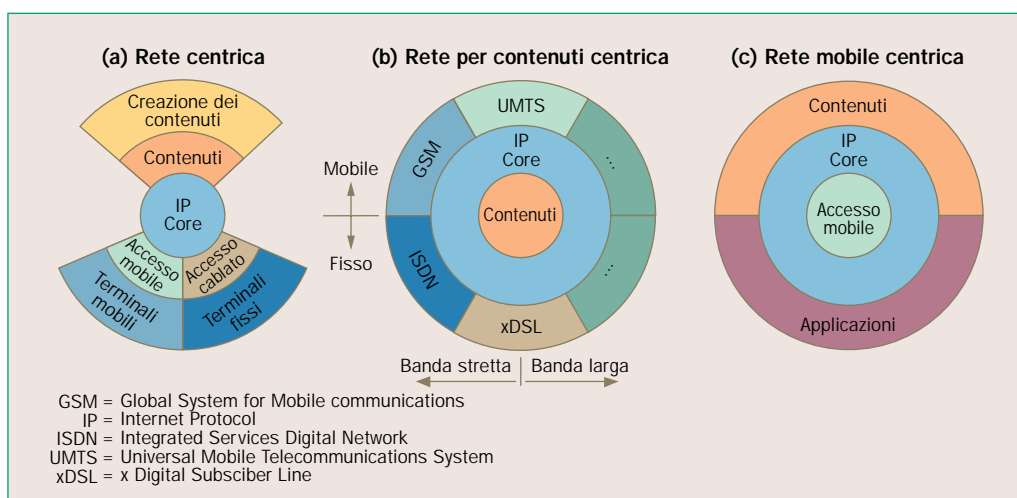


Figura 6 Le tre tipologie delle future reti universali.

Conferenze

tradizione con l'assunzione che la veicolazione della voce possa essere effettuata a costi marginali su una rete IP, tanto più che i servizi fonici rappresentano ancora l'elemento più rilevante dei profitti di un gestore di telecomunicazioni.

Dopo aver esposto altre considerazioni, Morganti si è quindi chiesto concludendo che, forse, la divergenza e non la convergenza sembra essere inevitabile, allo stesso modo di quando già gli ingegneri specialisti nel trasporto hanno fatto propria questa considerazione quando abbandonarono l'idea di mettere treni sulle autostrade e macchine sulle rotaie.

Ma cosa si nasconde effettivamente dietro questo desiderio di convergenza (al di là della considerazione che riferendoci al livello fisico della pila OSI una convergenza è un dato di fatto)? La risposta, secondo il relatore, è che i gestori spinti da una competizione sempre più accesa e, forse, un po' confusi dall'effettiva presenza di molte tecnologie comuni, stanno cercando nuove opportunità di business invadendo l'uno il campo dell'altro. E così i gestori mobili cercano di offrire sulla propria rete servizi di tipo Internet e, dall'altra parte, gli IP providers offrono servizi di telefonia e di diffusione video, e allo stesso tempo gli operatori di televisione diffusa cercano di offrire servizi interattivi. Invece di intraprendere queste strade che finora hanno fatto registrare per lo più mancati successi, Morganti suggerisce di provare a essere maggiormente innovativi nell'ambito dei propri settori, enfatizzando e facendo leva sulle caratteristiche peculiari dei singoli sistemi di rete.

Al riguardo è risultata interessante l'analisi di alcune caratteristiche del sistema radiomobile che opportunamente sfruttate potrebbero portare a nuove opportunità di business. I sistemi di localizzazione oggi messi a disposizione da una rete radiomobile, senza interventi economicamente proibitivi di sviluppo, non possono, ad esempio, essere posti a confronto con un sistema di rilevazione di tipo GPS. La possibilità di individuare un utente radiomobile in un raggio di qualche centinaio di metri può tuttavia essere utile per dare al cliente informazioni per lui vantaggiose e per le quali è disposto a pagare. Arrivando un utente in un aeroporto in transito, una SMS potrebbe così automaticamente informarlo della situazione del prossimo volo. In una stazione ferroviaria risulterebbe utile una SMS che informi sulla prossima coincidenza (ora e numero del binario).

Anche in uno scenario di "divergenza" non mancano, quindi, le possibilità di aumentare la capacità di migliorare il profitto di una rete attraverso un ricorso opportuno a quella fantasia, auspicata in apertura del Congresso, che valorizzi i punti di forza di un particolare tipo di infrastruttura di rete.

11. Premiazione degli autori

Una caratteristica dei convegni organizzati dalla FITCE è la premiazione dell'autore che a giudizio dei congressisti ha presentato un contributo con il miglior bilanciamento tra rilevanza dei contenuti e capacità di trasmettere l'informazione in maniera chiara ed efficace durante la presentazione. Accanto al premio per la migliore presentazione, da qualche tempo il Comitato tecnico di selezione conferisce un premio alla migliore memoria scritta (*best written memory*), che in questo caso privilegia anzitutto la rilevanza del tema trattato, ma anche la completezza e la coerenza interna della memoria scritta, a prescindere dall'esposizione dell'autore durante la presentazione. Quest'anno entrambi i premi (per così dire del pubblico e della critica) sono stati conferiti, come si è già fatto cenno, a *Michele Morganti* per la memoria *Beyond mobility: ubiquitous services and applications for a wireless society*.

Jose van Ooteghem, neopresidente della FITCE, premia Michele Morganti della Siemens per la migliore memoria presentata al Congresso.



Il premio per la migliore presentazione tra i giovani relatori è andato a *Marc Mignon*, che ha illustrato nella memoria *The introduction of optical networking into the Belgacom backbone* la nuova architettura di rete ottica che Belgacom sta sviluppando per sostenere il rapido incremento di banda sul backbone legato allo sviluppo di servizi a larga banda.

Conferenze

12. Conclusioni

Il Congresso FITCE è stato sempre caratterizzato come occasione di incontro tra tecnici europei per esaminare problemi generali. L'obiettivo delle Giornate europee è infatti indirizzato verso l'informazione dei tecnici e dei manager che operano nel mondo delle telecomunicazioni su quanto di nuovo e di rilevante appare nel settore e, più in generale, nella Società dell'informazione. Anche quest'anno l'aspettativa non è stata delusa. Hanno trovato spazio temi come la convergenza tra piattaforme tecnologiche, aspetti legati a Internet, problemi legati alle politiche regolatorie, argomenti complessi come la tutela della proprietà intellettuale. L'obiettivo di informare i congressisti sui temi più attuali e scottanti che si dibattono nell'ambito dell'ICT è stato quindi ancora una volta centrato, ma la stessa ricchezza di argomenti ha mostrato quest'anno i limiti di questa formula.

Fino a qualche anno fa, organizzare un Congresso con queste finalità significava concentrarsi su "particolari temi" quali, ad esempio, la convergenza delle reti aperta dall'era digitale, la larga banda o le reti mobili. I temi all'esame sono oggi molti e affrontarli tutti comporta inevitabilmente un approccio di essi troppo generale e quindi generico. È stata quindi riesaminata la finalità del Congresso FITCE ed è stato convenuto sull'opportunità di un diverso schema, in occasione del prossimo Congresso che si terrà a Genova nel 2002. Si prevede, in particolare, di limitare a tre i temi da affrontare e di chiudere ciascuna giornata con una tavola rotonda sugli stessi temi.

A conclusione di questa relazione sulle 40^e Giornate europee delle telecomunicazioni sembra opportuno fare cenno al programma sociale che tradizionalmente si affianca al Congresso. La FITCE, infatti, non vuole solo fornire una panoramica attenta sull'evoluzione tecnica dell'ICT ma anche desidera stimolare la socialità tra i partecipanti dando così il proprio, sia pur limitato, contributo all'integrazione dei cittadini europei e favorendo la nascita di amicizie che spesso sono state seguite da proficue collaborazioni professionali, e comunque sempre da un interessante scambio di informazioni. Il programma, destinato principalmente agli accompagnatori, comprendeva una visita a casa Batllò, il capolavoro in stile liberty di Gaudì, e un'escursione al monastero Benedettino di Montserrat.

I congressisti hanno potuto assistere a un concerto tenuto esclusivamente per loro nella

suggestiva Basilica di Santa Maria del Mar e hanno preso parte infine ad un'inaspettata "esperienza olimpica" in cui i partecipanti al Congresso hanno sperimentato l'emozione di scendere e sfilare nello stadio olimpico di Barcellona sotto la propria bandiera nazionale, rivivendo in prima persona l'emozione dei giochi olimpici del 1992 per poi sfidarsi in simpatici giochi ed esibizioni musicali.

Le prossime 41^e Giornate europee delle TLC si terranno a Genova dal 4 al 7 settembre 2002.

Per maggiori informazioni è possibile consultare il sito FITCE (www.FITCE.org) o il sito della AIIT (www.AIIT.org).

Abbreviazioni

ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line
ASP	Application Service Provider
CPE	Customer Premises Equipment
DSLAM	Digital Subscriber Line Access Multiplexer
DWDM	Dense Wavelength Division Multiplex
FITCE	Federazione Europea degli ingegneri delle Telecomunicazioni
FSAN	Full Service Access Network
GPRS	General Packet Radio Service
GSM	Global System for Mobile communications
HSCSD	High Speed Circuit Switched Data
ICT	Information and Communications Technology
ISDN	Integrated Services Digital Network
LAN	Local Area Network
NAS	Network Access Server
PMD	Polarisation Mode Dispersion
PMI	Piccole Medie Imprese
SDH	Synchronous Digital Hierarchy
SLA	Service Level Agreement
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
WDM	Wavelength Division Multiplexing
xDSL	x Digital Subscriber Line

*Camillo Bellomo e Antonino Calantoni
Telecom Italia - Domestic Wireline*

EVOLUZIONE DELLA NORMATIVA TECNICA NELLE TELECOMUNICAZIONI

RETI ASON (AUTOMATIC SWITCHED OPTICAL NETWORKS)

LE RETI ASON HANNO SUSCITATO UN INTERESSE CRESCENTE DA PARTE DI MOLTI OPERATORI PERCHÉ QUESTE RETI REALIZZERANNO FUNZIONALITÀ INNOVATIVE, QUALI LA FORNITURA DINAMICA DI CONNESSIONI OTTICHE ATTRAVERSO INTERFACCE *UNI (USER NETWORK INTERFACE)* E IL REINSTRADAMENTO AUTOMATICO DI LUNGHEZZE D'ONDA. NELLA PRATICA, QUESTE FUNZIONALITÀ POTREBBERO CONCRETIZZARSI IN UNA MAGGIORE FLESSIBILITÀ NELLA FORNITURA DI SERVIZI DI TRASPORTO OTTICO E NELLA RIDUZIONE DEI COSTI DI SOPRAVVIVENZA DI RETE GRAZIE AL RIPRISTINO DEL SERVIZIO (RESTORATION) DIRETTAMENTE NELLO STRATO OTTICO.

In ambito ITU-T, le reti ASON sono oggetto di esame da parte dello Study Group 15 "*Optical and other Transport Networks*" che si occupa delle reti ottiche e di altre reti di trasporto includendo i relativi sistemi ed apparati.

L'area di responsabilità comprende dunque la definizione delle Raccomandazioni per il livello di trasporto di reti di accesso, metropolitane e a lunga distanza.

Nell'ambito dello SG15, in particolare nel WP 3/15 "*OTN Structure*", si colloca la Questione 12 "*Technology Specific Transport Network Architectures*".

Gli attuali obiettivi della Q12/15 consistono nel completare una nuova raccomandazione sulle reti ASON e nel mantenere in costante aggiornamento le Raccomandazioni sulle altre architetture di rete di trasporto, ad esempio le Raccomandazioni I.326, G.803, G.872 rispettivamente riguardanti reti ATM, SDH e *OTN (Optical Transport Network)*.

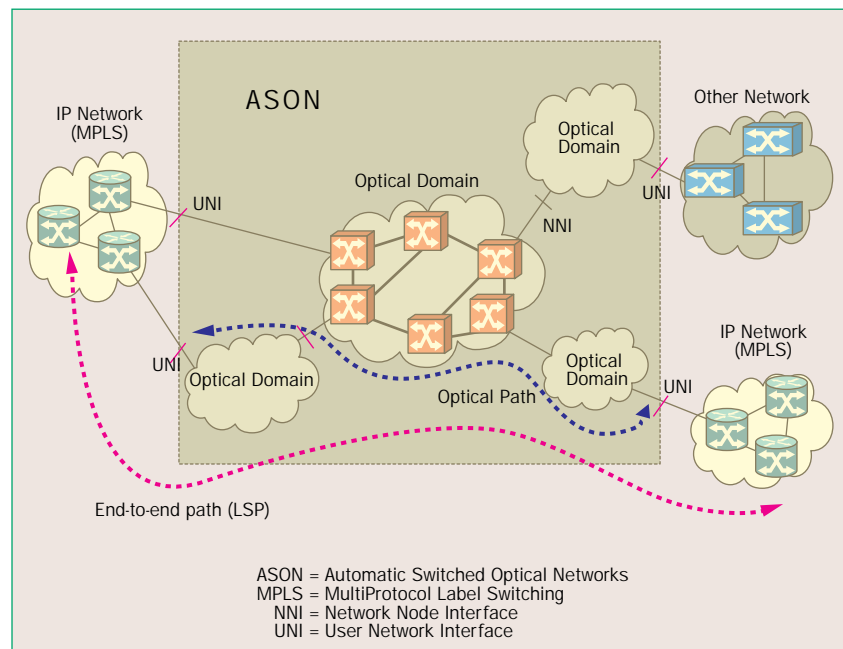


Figura 1 Modello di riferimento di una rete ASON.

In figura 1 è riportato il modello di riferimento di una rete ASON che agisce come rete server partizionata in domini ottici.

Ciò che contraddistingue una rete ASON è l'essere dotata, oltre ai piani di trasporto e gestione, anche di un piano di controllo, direttamente responsabile di instaurazione e controllo di connessioni ottiche.

In particolare, una rete ASON fornisce tre tipi di connessione: permanente, instaurata dal sistema di gestione; semipermanente, attivata dal sistema di gestione, ma la cui instaurazione avviene mediante protocolli di segnalazione e *routing* (NNI); commutata, analoga alla semipermanente, ma la cui attivazione avviene attraverso segnalazione tra i piani di controllo con una relazione *client/server*. È proprio la fornitura delle connessioni ottiche semipermanenti e commutate che potrebbe garantire una maggiore flessibilità nella fornitura di servizi di trasporto ottico e una riduzione dei costi di sopravvivenza di rete.

La nuova Raccomandazione sulle reti ASON (G.ason) specifica l'architettura e i requisiti funzionali di reti *ASTN* (*Automatic Switched Transport Network*) applicabili sia a reti di trasporto SDH (come definite nella Raccomandazione G.803) sia a reti OTN (come definite nella Raccomandazione G.872). In particolare, la Raccomandazione G.ason è derivata da quella G.807 "*Requirements for the Automatic Switched Transport Network*" (approvata nel 2001) che descrive i requisiti del piano di controllo di reti *ASTN* indipendentemente dal tipo di tecnologia di trasporto adottata.



IL DVB È UN CONSORZIO INDUSTRY-LED CON OLTRE 300 PARTECIPANTI QUALI, AD ESEMPIO, I BROADCASTERS, MANIFATTURIERE, OPERATORI DI RETE, SOFTWAREISTI, ENTI DI REGOLAMENTAZIONE APPARTENENTI A CIRCA 35 PAESI; L'OBIETTIVO DEL CONSORZIO È DI PROGETTARE GLI STANDARD INTERNAZIONALI PER LA DISTRIBUZIONE DI PROGRAMMI TELEVISIVI DIGITALI.

In una seconda fase, l'obiettivo del DVB è stato ampliato per costruire un ambiente che comprenda la stabilità e l'interoperabilità del mondo della diffusione con la vivacità innovativa e la molteplicità dei servizi del mondo Internet.

La fase iniziale del progetto DVB si è conclusa a dicembre 2000 con il completamento degli standard di base per la diffusione televisiva digitale via satellite, reti in cavo e reti terrestri; in tale occasione l'Assemblea Generale del consorzio ha deciso di varare un nuovo ciclo di attività per far fronte alle sfide tecnologiche connesse con il continuo progredire della convergenza multimediale. In particolare, il DVB si propone di continuare a operare come punto di riferimento per l'industria e per gli operatori del settore attraverso lo studio e la definizione di nuove specifiche mirate a formalizzare le caratteristiche tecniche delle applicazioni che il mercato andrà via via delineando.



NEL CORSO DEL 2001 IL DVB SI È CONCENTRATO SULLE ELABORAZIONI DI UN INSIEME DI SPECIFICHE CHE FACILITINO:

- la distribuzione dei programmi e dei contenuti multimediali attraverso le reti IP a larga banda;
- la distribuzione dei programmi e dei contenuti multimediali agli apparati consumer in modo trasparente e interoperativo;
- il dialogo tra sistemi e servizi di radiodiffusione e reti e servizi mobili di telecomunicazione relativo alla terza e alla quarta generazione;

SVILUPPI IN ATTO NELL'AMBITO DEL CONSORZIO DVB (DIGITAL VIDEO BROADCASTING)

SPECIFICHE DEL DVB

- la memorizzazione intelligente dei contenuti negli apparati consumer
- la scalabilità dei servizi e dei contenuti al fine di renderne fattibile la distribuzione attraverso una varietà di reti differenti (tra cui le reti domestiche cablate e “wireless”);
- lo sfruttamento commerciale della movimentazione e del consumo dei contenuti.



OBIETTIVI RAGGIUNTI NEL 2001

TRA GLI OBIETTIVI RAGGIUNTI NEL 2001 SI SEGNALANO:

- LA FORMALIZZAZIONE DELLA VERSIONE 1.1 DELLA SPECIFICA SULLA *MHP (MULTIMEDIA HOME PLATFORM)*.
Rispetto alla precedente versione 1.0.1 sono stati inclusi i profili DVB-HTML e l'accesso Internet; grazie all'impiego della piattaforma MHP 1.1 l'utente di un terminale è in grado di mescolare liberamente contenuti multimediali provenienti da canali DVB radiodiffusi e da Internet e può accedere indifferentemente a reti di diffusione via etere o a Internet.
- L'APPROVAZIONE DELLA SPECIFICA DEL CANALE DI RITORNO PER DIFFUSIONE TERRESTRE “*INTERACTION CHANNEL FOR DIGITAL TERRESTRIAL TELEVISION*” (DVB-RCS).
La specifica riguarda la creazione di un canale di comunicazione via etere tra il terminale d'utente e il *service provider* basato su tecnologia *OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing)* e tre profili per l'utilizzo in celle, rispettivamente, di grande copertura (diametro fino a 40 km), di media copertura e di piccola copertura.
- L'APPROVAZIONE DELLA SPECIFICA SUGLI IMPIANTI CENTRALIZZATI D'ANTENNA “*CONTROL CHANNEL FOR SMATV/MATV DISTRIBUTION SYSTEMS*”.
LA SOLUZIONE PROPOSTA consente agli utenti di un impianto centralizzato di telecomandare individualmente il proprio ricevitore da satellite installato nella centralina del condominio e di sintonizzarsi così sul programma preferito senza le limitazioni al numero dei canali distribuibili, che contraddistinguono i grandi impianti.
- L'APPROVAZIONE DI UN INSIEME DI SPECIFICHE che mettono a disposizione degli operatori di reti in cavo gli strumenti per fornire servizi tipo “*Voice-over-IP*” ed altri analoghi (quali la connessione a modem o a fax).

Raffaella Comino

Andrea Granelli
Stefano Zuliani

INTERNET TOUCH ORIENTARSI NELLA E-ECONOMY

*Editore: Telecom Italia Lab
Torino, agosto 2001
pp. 175, € 18,10
Lingua: Italiano*

«Direi che la sorpresa più grande che Internet ci può riservare è ... la sua sparizione! Non come realtà ma come parola di moda. Ciò che ci attende è la progressiva trasformazione di Internet, la rete che sottenderà ad ogni tipo di comunicazione, in una cosa "sotterranea", che c'è, è importantissima, ma nessuno se ne occupa se non i superspecialisti che la fanno funzionare».

Questa riflessione, ripresa da una delle numerose interviste riportate in un libro pubblicato di recente, *Internet Touch*, ci invita a soffermarci un istante, per riorientarci e per capire meglio il futuro prossimo della e-economy.

La proposta ci viene da Andrea Granelli e da Stefano Zuliani di Telecom Italia Lab - ben noti ai lettori del Notiziario - che operano oggi in un *osservatorio privilegiato*, dal quale è possibile esaminare in profondità i cambiamenti dovuti all'innovazione digitale. Partendo da quanto è accaduto nel passato più recente essi, infatti, vogliono aiutarci a fare ordine tra le tante idee, affermazioni, pareri, proposte, che circolano oggi e, dunque, vogliono consentirci di individuare la direzione verso cui muoverci. Nel libro sono, quindi, esaminate le

principali applicazioni di Internet, partendo dalle killer applications, come la posta elettronica e la "micro-posta" (cioè gli SMS) o muovendosi dall'esplosione internet-tiana (com'è chiamata dagli autori), che comprende un larga fascia di applicazioni legate all'intrattenimento: dall'editoria, alla musica, al cinema, alla radio, ai giochi, al turismo, alla gastronomia. Tutte possibilità che contribuiscono a far crescere questo "cicaleccio mondiale" sempre più pervasivo, e che permettono di costituire comunità virtuali, con i giovanissimi sempre in prima fila.

Diversa è invece la situazione esistente tra Internet, Pubblica

Amministrazione e Istruzione: nel libro si è dovuto ripiegare sulla descrizione di alcuni esempi che rappresentano solo prime sperimentazioni di Internet in questi campi, invece che commentare l'impiego in maniera estesa di nuove applicazioni.

Per la Pubblica Amministrazione anche le persone più aperte sembrano, infatti, timorose sulle conseguenze legate alle difficoltà di convertire repentinamente all'innovazione digitale uomini e strumenti, che oggi operano in questi settori.

Un analogo sforzo è oggi compiuto per avviare un processo di e-learning che dovrebbe portare a nuovi modelli di apprendimento. Occorrerebbe, infatti, ripensare ai temi formativi "abbandonando i tentativi di mera digitalizzazione dei contenuti tradizionali". Bisognerebbe poi surrogare l'assenza di un docente con i nuovi mezzi; e, per evitare iniziative discutibili, sarebbe necessario definire standard di qualità per i prodotti offerti e certificare gli organizzatori dei corsi. Il che è tutt'altro che semplice.

Nel libro si esamina anche la diffusione di Internet nelle imprese: malgrado qualche resistenza interna, di retroguardia, il comparto sembra in movimento.

Scarseggiano, tuttavia, le professionalità, che dovrebbero agevolare questo processo di cambiamento nelle singole aziende. "Interi gruppi di lavoro, collaudati nel tempo, sono rubati (sic!) a caro prezzo alle aziende concorrenti". Un cammino anche questo in salita.

Per quanto riguarda il commercio elettronico gli autori rammentano il passaggio dall'entusiasmo iniziale e dall'"ondata finanziaria favorevole", al momento della disillusione e della penalizzazione. Rilevano in proposito le difficoltà che si incontrano oggi a far decollare questo servizio specie in un ambiente qual è quello italiano.

Un panorama quindi - quello presentato in *Internet Touch* - molto analitico e impreziosito con storie di successi, insuccessi ma soprattutto di attese.

Il libro, assai chiaro e scorrevole, è arricchito con tabelle e con moltissimi dati aggiornati. Ogni capitolo è completato con un'intervista a un esperto dei singoli argomenti trattati, che dà maggior vivezza e attualità alle conclusioni via via proposte ai lettori. Gli autori non indulgono mai in tecnicismi non necessari e, quando si addentrano nella descrizione delle tecnologie impiegate in Internet (i PoP, le funzioni svolte nei nodi, la rete di trasporto, ...), lo fanno in maniera comprensibile anche da non esperti del settore.

Da ultimo una buona notizia. Granelli e Zuliani hanno preso un impegno con i lettori: aggiornare con regolarità il testo e renderlo disponibile agli interessati nel sito www.telecomitalialab.com. Una bella sorpresa, consentita dai nuovi mezzi informatici, e un invito a tutti a leggere il libro per poi essere in grado di seguire nel quotidiano la rapida evoluzione dell'e-economy della quale saremo chiamati un po' tutti a far parte, al tempo stesso, come osservatori e come attori.

r. c.



autori vari

EXP IN SEARCH OF INNOVATION

*Editore: Telecom Italia Lab
Torino, dicembre 2001
pp. 96
Lingua: Inglese*

In casa Telecom Italia è nata una nuova rivista tecnica

Una bella notizia che desidero comunicare ai lettori del Notiziario. È appena stata data alle stampe una nuova rivista strettamente legata alla nostra e che in qualche modo la complementa. Per i lettori abituali del Notiziario Tecnico era ormai una consuetudine trovare nelle ultime pagine della rivista un riferimento ai temi tecnici più interessanti trattati nei Rapporti Tecnici CSELT, la rivista pubblicata da oltre vent'anni dai laboratori di ricerca di Torino.

La trasformazione di CSELT in Telecom Italia Lab ed il conseguente nuovo indirizzo, avevano indotto la sospensione della produzione della pubblicazione per qualche mese.

A fine 2001 però la rivista si è ripresentata, con un nuovo nome: *EXP - in search of innovation*.

La veste grafica decisamente più moderna, l'utilizzo del colore, la presenza di apparati che completano e integrano gli articoli, sono le più evidenti testimonianze di un'impostazione che ha voluto portare la presentazione della pubblica-

zione a un livello di qualità equivalente a quello dei contenuti.

L'obiettivo è certamente quello di consentirne una fruizione più semplice e diretta, che si dimostra particolarmente utile a tutti quei lettori che, pur avendo una solida base di conoscenza tecnica, non sono specialisti nel campo in cui si colloca il singolo articolo.

È stato così effettuato un passo importante lungo la strada volta a rendere possibile un rapporto più stretto e diretto fra gli autori e i lettori degli articoli.

L'altra importante novità risiede nel fatto che *EXP* è anche accompagnata da una versione on-line, che può essere consultata all'indirizzo exp.telecomitalialab.com.

Il sito si distingue per completezza di contenuti, arricchimento di funzioni.

In più, in accordo con quanto ho prima accennato, esso dà la possibilità di interagire direttamente con gli autori che hanno curato la stesura del singolo articolo.

Anche se la rivista si presenta solo in lingua inglese, garantisco che l'interazione con la redazione e con gli autori può essere fatta in italiano. Il suggerimento, o meglio il mio caldo invito, ai lettori del Notiziario è, quindi, di approfittarne tra i primi!

r. c.

Nel numero uno di dicembre 2001:

MOBILE

- Bernasconi, V.; Bollea, L.: *A TFR Based Method for the Quality Assessment of UMTS Signals: an Application on the First Italian Experimental Network*.
- Moiso, C.; Melen, R.; Tognon, S.: *Performance evaluation of a Parlay gateway*.
- Ludovico, M.; Zarba, G.; Accatino, L.; Raboso, D.: *Multipaction Analysis and Power Handling Evaluation in Waveguide Components for Satellite Antenna Applications*.
- Moiso, C.: *Identifying key strategies for migrating Intelligence to 3G Networks to deliver next generation value-added services*.

NETWORK

- Tofanelli, A.; De Bortoli, M.; Girardi, R.; Guerricchio, C.: *Fixed Network access technology evolutions*.
- Manzalini, A.; Cavazzoni, C.; Quagliotti, M.; Ricucci, G.: *Envisaging Next-Generation Data-Centric Optical Networks*.
- Vaglio Tessoro, R.; Zanni, C.; Zaccaria, F.; Massone, F.: *Universal Service Obligation (USO) avoidable net cost evaluation: the Italian experience*.
- Ferraris, G.: *Optical Transport Network Architectures*.
- Giacomello, L.; Trombetti, P.: *Environmental and social costs evaluation for innovative dig techniques*.

INTERNET

- Canal, G.; Cuda, A.: *Why SIP will pave the way towards NGN*.
- DeMichelis, C.: *QoS Assessment in IP Networks*.

VOICE

- Salza, P.L.; Quazza, S.: *Synthesis from multilingual text with the ACTOR system*.

