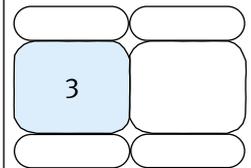


I PROSSIMI 15 ANNI DELL'ICT



Roberto Saracco

La tecnologia non è una variabile indipendente, i suoi sviluppi sono infatti fortemente connessi col mercato che, a sua volta, è espressione del contesto economico e sociale. Le previsioni strettamente tecnologiche, le cosiddette *roadmap*, sono essenziali ma da sole insufficienti per delineare gli scenari futuri del settore ICT. Occorre tener conto degli altri fattori in gioco. L'articolo mostra come, in questo modo, si possano ipotizzare delle vere e proprie "dirompenze" nelle traiettorie evolutive del settore.



1. INTRODUZIONE

Gironzolando su Internet non è difficile trovare risposta a domande come: quali saranno le prestazioni di un microprocessore tra 5-10 anni? Quanta capacità di memoria potrà avere una *compact flash* nei prossimi anni? A quanti milioni di pixel potremo arrivare nel 2015? Addirittura si possono avere informazioni su quali possono essere i limiti fisici di una struttura computazionale¹.

La storia recente, infatti, ci ha insegnato quali sono le potenzialità dell'evoluzione tecnologica e diverse industrie formulano ogni anno una *roadmap*² dell'evoluzione con degli scenari a lungo termine.

Tuttavia, osservare una certa tecnologia equivale ad osservare un albero in una foresta. Per quanti dettagli possiamo avere su quell'albe-

ro non possiamo derivare informazioni sulla foresta. Nel nostro caso, la foresta non rappresenta l'innovazione del complesso delle tecnologie, bensì l'evoluzione dello scenario complessivo. Questo si compone sì di tecnologie ma anche di servizi e di aspetti sociali e culturali. È l'intreccio di queste tre evoluzioni che ci fornisce non solo la visione della foresta in un certo istante, ma ci permette anche di immaginare la sua evoluzione nel tempo.

Questo articolo si basa sui risultati della ricerca sviluppata per conto della Comunità Europea nel progetto *FISTERA* [3] e, partendo da aspetti metodologici su come formulare un quadro previsionale, tratteggia alcune evoluzioni di traiettorie tecnologiche evidenziando possibili "dirompenze" nella catena del valore.

2. L'APPROCCIO A QUATTRO LIVELLI

Se osserviamo una certa tecnologia possiamo notare come questa si avvale di altre tecnologie, ad esempio, parlando di microprocessori spesso ci si scorda che la loro produ-

¹ The physical limits of Computing: <http://csdl.computer.org/comp/mags/cs/2002/03/c3016abs.htm>

² Si veda per esempio quelle della SIA, Semiconductor Industry Association: <http://public.itrs.net/Files/2003ITRS/Home2003.htm>

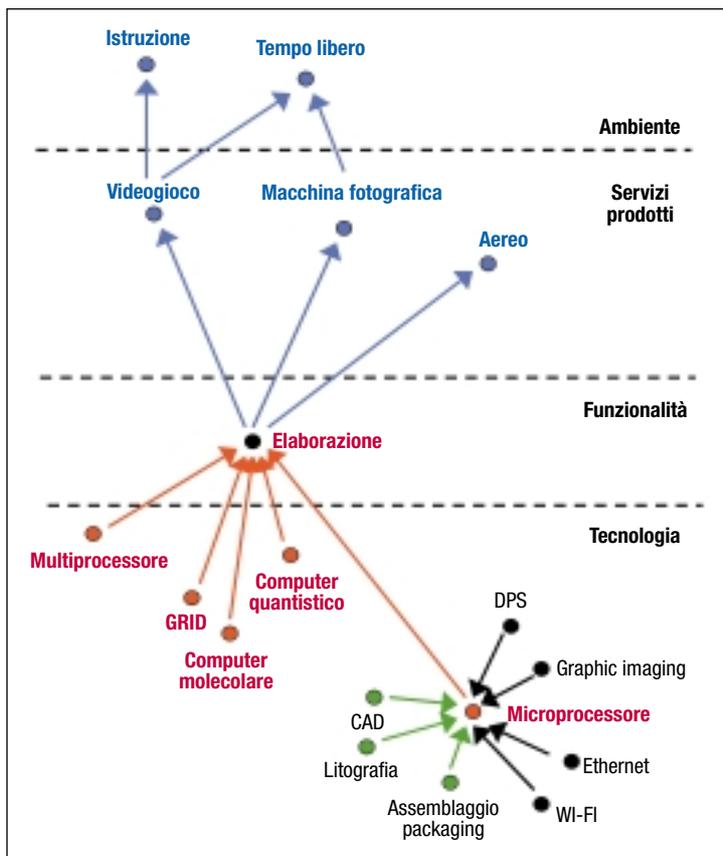


FIGURA 1
 Quadro delle relazioni nel caso della tecnologia dei microprocessori. In verde le relazioni relative al ciclo produttivo, in blu quelle relative al ciclo di utilizzo, in rosso le alternative

zione dipende dall'esistenza di tecnologie litografiche per la creazione del wafer, da tecnologie CAD (*Computer Aided Design*) per la progettazione del chip, da tecnologie di assemblaggio e così via. In questo esempio sono citate tecnologie che fanno parte del ciclo "produttivo" della tecnologia considerata, esse sono degli elementi *abilitanti*, in loro assenza non sarebbe possibile avere quella tecnologia. Inoltre, la sua evoluzione richiede anche una loro evoluzione. Abbiamo, però, altre relazioni con tecnologie come DSP (*Digital Signal Processing*), chip per elaborazione grafica, sistemi di alimentazione. Queste fanno parte del ciclo "di utilizzo". Contribuiscono al successo della tecnologia che stiamo considerando in quanto *aumentano* la sua fruibilità ma non ne condizionano l'evoluzione. Una tecnologia è interessante in quanto fornisce certe funzionalità, per esempio la capa-

rità di elaborare le informazioni, nel caso del microprocessore. In generale, considerata una certa funzionalità, abbiamo una varietà di tecnologie che possono fornirla. Queste si trovano potenzialmente in concorrenza tra loro nel senso che chi ha bisogno di una certa funzionalità sceglierà una tecnologia tra le tante, decretando quindi (se la scelta è la stessa che fanno molti altri) il suo successo a scapito delle altre.

Per riprendere l'esempio della capacità di calcolo, questa è ottenibile utilizzando i microprocessori, ma anche le tecnologie multiprocessore, il GRID, i computer molecolari e quelli quantistici (Figura 1).

Le tecnologie in questione non sono collegate direttamente tra loro ma esiste una relazione, di *alternativa*, tramite la funzionalità. L'evoluzione delle tecnologie alternative è, in prima battuta, indipendente, ma questa loro evoluzione può portare al successo di una rispetto all'altra in termini di utilizzo e questo a sua volta può portare ad un'accelerazione dell'evoluzione per alcune ed alla scomparsa di altre.

Iniziamo quindi a vedere come la previsione di evoluzione di una tecnologia non possa essere effettuata senza considerare quella delle altre e le loro mutue relazioni tramite il livello delle funzionalità.

Le funzionalità in realtà sono una concettualizzazione di quegli aspetti prestazionali forniti da una o più tecnologie che trovano una concretizzazione nell'offerta di uno o più prodotti/servizi. Per comodità facciamo riferimento ai servizi anche se a questo livello i servizi si possono equiparare, per gli scopi che ci si prefigge, ai prodotti.

È a livello dei servizi che possiamo introdurre gli elementi quantitativi portati dal mercato. Ovviamente, così come una funzionalità viene utilizzata da molti servizi, anche un servizio può utilizzare più funzionalità. Le relazioni tra funzionalità e servizi possono essere di tipo abilitante (la cattura delle immagini è ovviamente abilitante per il prodotto macchina fotografica digitale), oppure possono aumentare il valore del servizio (per usare lo stesso esempio della macchina fotografica digitale, una funzionalità di localizzazione – che usi la tecnologia GPS – può aumentare il valore del prodotto, ma non è indispensabi-

le). Esistono diverse altre tipologie di relazioni su cui si può sorvolare per gli scopi di questo articolo.

Le dimensioni del mercato a fronte di una certa capacità di spesa sono importantissime, specie per quelle tecnologie che sono dipendenti dai volumi. Infatti, un incremento dei volumi di produzione in questo caso si traduce in una diminuzione dei costi che, a sua volta, allarga il mercato aumentando i volumi in un ciclo virtuoso. Altrettanto importante è il ciclo di vita di un servizio/prodotto determinato dal mercato: quanto più questo è breve tanto più viene favorito il ricambio generazionale e quindi l'innovazione che a sua volta "tira" l'evoluzione tecnologica, come vedremo nella prossima sezione.

I servizi in genere, come le funzionalità, non sono concettualmente alternativi tra loro ma, in pratica, essendovi per un dato segmento di mercato una capacità di spesa finita, l'acquisto di un servizio va a scapito dell'acquisto di altri servizi. Le relazioni sono ovviamente molto complesse così come le evoluzioni nel tempo e sono considerate in quella branca dell'economia che va sotto il nome di *market dynamics*.

Il successo di un servizio dipende da vari fattori (che si collegano alla piramide dei bisogni di Maslow, Figura 2) e, in ultima analisi, da aspetti sociali e culturali, in altre parole da situazioni ambientali. Una forte preoccupazione per la sicurezza, quale quella che si è generata a seguito dell'11 settembre 2001, stimola l'adozione di servizi di sicurezza, trascinando funzionalità come l'identificazione delle persone e l'analisi dei comportamenti, e tutto questo, ovviamente, stimola l'evoluzione delle tecnologie di elaborazione delle informazioni, sensori, analisi di immagini ecc.

Al tempo stesso un'evoluzione ambientale verso un maggior desiderio di controllo diminuisce l'attenzione su aspetti di *privacy*. Quando però cala l'attenzione sulla sicurezza aumentano le preoccupazioni sul versante *privacy*.

Si vede quindi che anche in questo quarto livello troviamo un insieme di relazioni sia all'interno del livello stesso sia tra questo ed i servizi. Anche qui le relazioni sono di vario tipo e condizionano l'evoluzione. Questa, quindi, è la foresta da osservare.



FIGURA 2

La piramide di Maslow con la stratificazione dei bisogni percepiti. Si noti come la sicurezza venga subito dopo i bisogni di sopravvivenza. La *privacy* si colloca invece tra i bisogni di autorealizzazione, in cima alla piramide

3. MARKET PUSH

Venti anni fa si discuteva se l'evoluzione fosse il risultato di un *technology push* (come certamente lo era stato fin dall'inizio dello sviluppo tecnologico), in cui la tecnologia spingeva il mercato ad adottare nuovi prodotti e servizi a seguito di un'evoluzione autonoma della tecnologia, oppure di un *market pull*, cioè di una funzione di traino che il mercato esercita nel selezionare certe tecnologie a spese di altre. In questa seconda accezione si riconosceva una crescente abbondanza tecnologica che consentiva al mercato di scegliere. In questa fase, che divenne la realtà di questi venti anni, diventa importante per i tecnologi prevedere l'evoluzione del mercato in modo da adattare l'output tecnologico.

Oggi siamo in una nuova fase di transizione, dal *market pull* al *market push*. Con la fine degli anni novanta, ed ancor più in questa prima parte della decade, i fondi per la ricerca si sono ridotti e soprattutto è diventato più difficile aggiudicarseli. Gli interlocutori dei ricercatori sono diventati gli investitori finanziari e questi si aspettano proposte di ricerca che portino ad una significativa remunerazione del capitale in tempi brevi. In questa prospettiva chi è più bravo a proporre ricerche con prospettive di ritorni interessanti ottiene i finanziamenti. È chiaro che quanto più la ricerca propone di aggredire aree su cui esiste una sensibilità

di mercato tanto più è probabile avere un finanziamento.

È abbastanza probabile che quelle aree di ricerca che ricevono finanziamenti producano risultati: di qui il cambio di paradigma. È il mercato oggi che spinge l'evoluzione tecnologica finanziando certe aree a spese di altre. A livello di investitori istituzionali, ad esempio governi e istituzioni transnazionali come è il caso dei progetti di ricerca comunitari, i finanziamenti vanno o sul filone dello sviluppo della competitività di settori industriali (ricadendo quindi nel *market push*) oppure su quello del miglioramento delle condizioni di vita (per esempio per garantire maggiore sicurezza in presenza di un problema terrorismo) con un effetto di *social push*.

Osserviamo la profonda differenza tra il *market pull*, che opera in termini di selezione ma sostanzialmente non condiziona la ricerca di base e precompetitiva, e la situazione di *market push* in cui l'agenda della ricerca è sostanzialmente "scritta" dal mercato (finanziario).

Fare una previsione di evoluzione tecnologica richiede allora un esame del mercato e degli aspetti sociali.

4. DAL ROADMAPPING AL FORESIGHTING

L'evoluzione di una tecnologia, al di fuori del contesto complessivo, può essere effettuata tramite il *roadmapping*, il disegno di un percorso che i vari tasselli che concorrono all'e-

voluzione della tecnologia devono seguire e l'identificazione di punti significativi di evoluzione di certe caratteristiche, per esempio per il silicio si parla in genere della riduzione della dimensione del componente, oggi intorno ai 90 nanometri, facendo poi derivare da questa un insieme di altre caratteristiche come la numerosità di transistor equivalenti sul chip, la frequenza di clock ecc.

Nel momento in cui dovesse verificarsi che l'evoluzione di una caratteristica cambia la domanda (o la tipologia della domanda) occorre porsi il problema di cosa questo significhi rispetto alla *roadmap*. Se un microprocessore arriva a erogare una capacità elaborativa che supera la domanda, questo provoca un arresto dell'evoluzione identificata nella *roadmap* o no? E nel caso l'arresto non si verifichi, che impatti si avrebbero sulle catene del valore in cui tali caratteristiche sono utilizzate?

Nel caso del microprocessore (Figura 3), lo studio porta a preconizzare una caduta dei prezzi che, a sua volta, porta ad un allargamento enorme del mercato. Questo aumento di volumi, da un lato, sostiene gli investimenti alla produzione e, dall'altro, crea una "dirompenza" nei settori in cui entra il microprocessore, settori in gran parte non preparati a gestire questo ingresso e ad erogare i servizi e le funzionalità che questo abilita. Si noti come nel caso dei microprocessori gli investimenti alla produzione (cioè ai volumi) spingono verso la miniaturizzazione per avere più chip per wafer. Se prima la miniaturizzazione era promossa dall'obiettivo di maggiore capacità elaborativa, domani sarà spinta da una richiesta di maggiori volumi. Porterà comunque ad un incremento di capacità elaborativa.

Per il *foresighting*, quindi, il *roadmapping* non è che un punto di partenza a cui occorre associare lo studio delle dirompenze eventualmente introdotte sul mercato dal raggiungimento di un certo livello di evoluzione e del *feedback* che da queste deriva. Inoltre il *roadmapping* di una tecnologia deve essere associato al *roadmapping* di altre tecnologie che, dal punto di vista del mercato (cioè delle funzionalità offerte in certi livelli di costo), sono equivalenti.

Un esempio di impatto dirompente e *feedback* negativo dal mercato è quello del raggiungimento di livelli di prezzo economica-

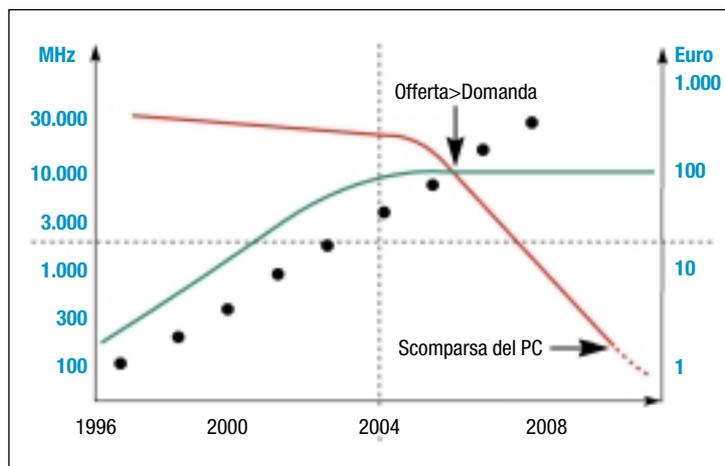


FIGURA 3

La crescita della capacità elaborativa (MHz) del microprocessore (roadmap, indicata dai puntini), a fronte del previsto decremento di prezzo a partire dal 2006

mente sostenibili da un'ampia fascia di mercato degli LCD (*Liquid Crystal Display*) che porta ad uccidere la tecnologia dei tubi a raggi catodici, bloccandone quindi l'evoluzione. Le connessioni e le relazioni che si vengono a creare tra tecnologie, mercato e società sono estremamente complesse, cambiano nel tempo e soprattutto nel tempo cambiano i parametri che condizionano l'impatto sul cliente finale. Per esempio, ieri, l'elemento tecnologico che permetteva di visualizzare immagini a colori ha spiazzato il bianco e nero mentre oggi quello che spiazza il mercato dei televisori a tubi catodici non è una tecnologia, ma la possibilità di realizzare televisori "sottili" (la maggioranza delle persone non sa la differenza tra schermo LCD e schermo al plasma e questo per indifferenza agli aspetti tecnologici).

Domani l'elemento che fa la differenza potrebbe essere la possibilità di vedere un'immagine da pochi centimetri di distanza, così come si fa con un quadro. Tecnologie come i NED (*Nano Emission Display*) potrebbero essere dei fattori abilitanti, ma l'impatto lo troveremo sul fatto che cambia il modo d'uso dello schermo televisivo, non più un oggetto sostanzialmente unico (per ambiente) da vedere da una certa distanza, seduti, ma una finestra aggiuntiva che diventa parte dell'ambiente, con una pluralità di fruizioni possibili. In un contesto *market push*, il *foresighting* diventa più importante del *roadmapping*. Mentre nel *roadmapping* l'attenzione è sull'incremento delle prestazioni tecnologiche nel tempo, nel *foresighting* l'attenzione è sul cambio delle relazioni nelle catene del valore, quindi con i diversi utilizzi che si fa della tecnologia e nel diverso valore dei diversi elementi della catena.

Si potrebbe dire che il *roadmapping* fornisce una visione *bottom up*, mentre il *foresighting* punta ad una visione *top down*. In realtà, questo non è vero in quanto da un lato il *roadmapping* non si spinge molto sopra il livello tecnologico (anche se essendo un elemento abilitante di prodotti e servizi in qualche misura lo fa) ma soprattutto il *foresighting* considera l'involuppo complessivo, non necessariamente è espressione di un punto prospettico. Tipicamente nel *foresighting* devono essere forniti degli elementi per effettuare dei ragionamenti *what if*, in quanto il

punto è di identificare come possano cambiare gli impatti al variare di una serie di condizioni interne e al contorno (Figura 4).

5. TRAIETTORIE TECNOLOGICHE

Un primo passo verso il *foresight* è la concettualizzazione delle diverse *roadmap* tecnologiche in termini di funzionalità offerte. Questo è quanto si intende con traiettorie tecnologiche. Si può allora studiare come una certa funzionalità (prestazione) evolve nel tempo, sapendo che in un certo istante esisterà una specifica tecnologia in grado di fornire le prestazioni definite. In un istante diverso, le prestazioni potranno essere fornite da una tecnologia diversa. Non solo. La traiettoria tecnologica mette a disposizione un mix di prestazioni in un certo istante temporale fornito, potenzialmente, da tecnologie diverse. Sulla base di ciò che un servizio richiede si potranno avere servizi diversi che, in un certo istante, utilizzano la stessa funzionalità ma fornita da due tecnologie distinte.

Prendiamo, come esempio, una traiettoria tecnologica, quella della memorizzazione, rimandando alla tabella 1 per una visione generale di un certo numero di traiettorie.

In termini di traiettoria è opportuno considerare separatamente l'evoluzione della capacità di memorizzazione tipo *read only* (cioè

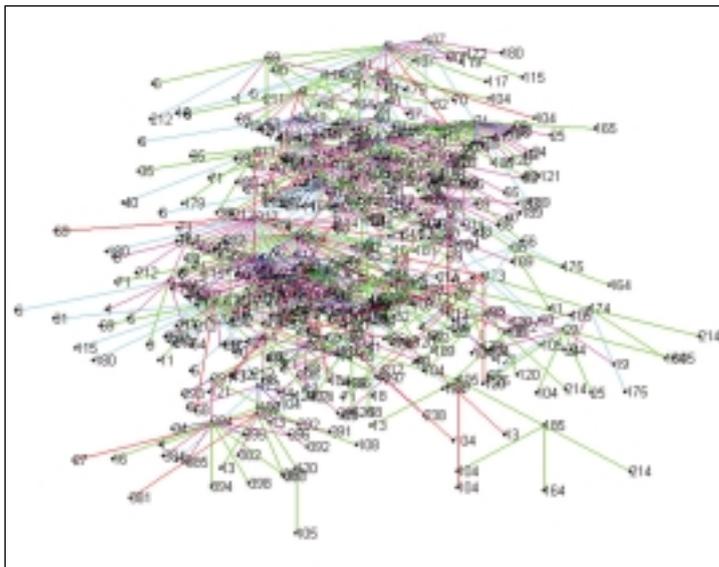


FIGURA 4

Impatto della evoluzione delle batterie su una varietà di servizi e tecnologie. L'analisi mette in luce alcune aree in cui l'impatto è forte

TABELLA 1*Le evoluzioni tecnologiche e il loro probabile impatto nel settore ICT (v. bibl. [1])*

Traiettorie tecnologica	Evoluzione attesa nel periodo 2010 - 2020	Impatto potenziale
Memorizzazione	Crescente capacità di memorizzazione a costi decrescenti. Le infrastrutture di memorizzazione giocheranno un ruolo di primo piano.	Impatto sulle tipologie e quantità del traffico. Potrebbero rendersi necessarie nuove architetture di rete.
Elaborazione	Il costo elaborativo sta crollando. La capacità elaborativa sarà parte integrante di moltissimi oggetti. Architetture Grid non avranno un ruolo significativo nella prossima decade.	Crescente diffusione e importanza di sistemi autonomici. Cresce il numero di oggetti "utenti" dei sistemi di telecomunicazioni con generazione di tipologie di traffico diverse da quello voce.
Visualizzazione delle Informazioni	Schermi flessibili a basso costo rendono possibile la visualizzazione su svariati oggetti. Grandi schermi diventeranno la norma nelle abitazioni oltre il 2010. Migliori capacità di manipolazione e interazione con le immagini.	Crescente domanda di trasmissione di immagini, anche da persone e oggetti in movimento. Domanda di maggiore banda per "riempire" i grandi schermi in modo da consentire anche la visione da vicino. Le immagini diventano parte integrante della comunicazione interattiva.
Stampa	Possibilità di stampare etichette (tag) insieme a testi e immagini, rendere interattive le cose stampate. La possibilità di stampa di oggetti 3D amplia la domanda. Le singole pagine possono avere capacità di auto-stampa (e-ink).	La quantità di materiale stampato continuerà a crescere e diventerà un generatore di traffico. L'interattività comprenderà anche il materiale stampato. Gli e-book diverranno dei terminali e avranno un posto di rilievo nella offerta di servizi.
Accesso alle Informazioni	La quantità di informazioni prodotte nei diversi formati continuerà a crescere (raddoppiando ogni 3 anni per i prossimi 15 anni). L'accesso (il retrieval) diverrà sempre più un aspetto fondamentale e diverrà sensibile al contesto.	Il valore si sposta dal puro accesso alle informazioni alla capacità di raggiungere le informazioni che hanno senso per chi le riceve in quel particolare momento. I servizi di profilatura, comprensione del contesto, "push", "hyperlinking" faranno la differenza.
Comunicazione	Più alternative di comunicazione diverranno usuali, la varietà di accessi sarà probabilmente nascosta all'utilizzatore. La voce rimane la forma principale di comunicazione anche se accompagnata da molto altro traffico in backstage.	Nuovi requisiti per le reti e i servizi in modo da consentire una sincronizzazione trasparente dei vari canali di comunicazione, fusione tra dati locali e dati ricevibili via rete, sfruttamento di vari punti di accesso in modo asincrono rispetto alla comunicazione.
Larghezza di Banda	La crescita della offerta di banda è spinta dalle possibilità tecnologiche, raramente dalla richiesta di mercato. Le fibre si diffondono nella rete di distribuzione, il wireless in ambiente domestico e in molti accessi pubblici.	La comunicazione di tipo burst diventa sempre più importante visti i vantaggi economici. La velocità di trasferimento dell'informazione diventa un servizio premium (divergendo dalla larghezza di banda che invece tende a divenire una commodity).
Interfaccia con le persone	I terminali diventano sempre più sofisticati consentendo una varietà di comunicazioni dirette e in background, la memorizzazione locale e la comunicazione con l'ambiente. Affective computing e agenti giocano un ruolo importante.	Le reti locali diventano una parte fondamentale della rete complessiva. Possono prendere il sopravvento sulla rete stessa essendo percepite come la parte importante per il servizio (non solo per il service delivery). Rimarrà uno spazio per i servizi di rete?
Rilevamento dati	Milioni di sensori a basso costo, organizzati in reti locali, in grado di rilevare una varietà di parametri. Capacità elaborativa locale e, in prospettiva, capacità di reagire a variazioni nell'ambiente, anche a comando.	Le reti di sensori possono essere viste come dei terminali che accedono alla rete tramite un gateway o diventare una parte integrante della rete stessa. Gli operatori possono offrire servizi di gestione, il deployment delle reti di sensori e poi vendere i dati come servizi.
Localizzazione	Le informazioni di localizzazione sono disponibili ovunque, potenzialmente a qualunque oggetto. La possibilità di tracciamento, con garanzia di protezione della privacy, rende possibile collegare oggetti e persone/animali.	Cresce il traffico di transazioni in rete. Questo non porta a revenue significative se non è sfruttato in termini di servizi. Chi fornirà i servizi? L'operatore o dei service provider indipendenti?

segue a p. 9

Traiettorie tecnologica	Evoluzione attesa nel periodo 2010 - 2020	Impatto potenziale
Vita Artificiale, IA, Robot, Smart Applications	I progressi nella capacità elaborativa, nei sensori, nello storage, negli approcci alla codifica della conoscenza porteranno entro il 2010 a intelligenze operative simili a quelle di una lucertola e comprensione simile ad un bambino di 3 anni, per il 2020 una intelligenza operativa paragonabile a quella di un topo.	Possibilità di sviluppare sistemi SW e HW con un notevole grado di autonomia, meno bisogno di standard visto che l'interfacciamento può essere risolto tramite negoziazione; crescente bisogno di trasparenza e fiducia. Probabile ingresso di nuovi attori nel business dei servizi che tendono ad offrire sempre maggiore personalizzazione e adattabilità a contesto e esperienza.
Creazione dei contenuti	La creazione di contenuto in termini di quantità si è ormai spostata sul mondo dei privati, le major devono sostenere costi sempre maggiori per differenziare l'offerta tra di loro e contendere gli "eye-ball" del mercato consumer. Prosegue, esponenzialmente, la crescita del contenuto creato e reso accessibile con tecnologie sempre più facili, disponibili e embedded nei terminali consumer. Si sviluppano le tecnologie per la creazione di meta-contenuti facendo leva sull'accesso a miliardi di informazioni.	Impatto sulle tipologie di traffico in rete, sulla vendita dello storage locale, sui servizi di accesso alle informazioni e filtro. Forte domanda di sistemi e servizi di profilatura con possibile ingresso di nuovi attori che potrebbero arrivare a cambiare le catene del valore. Forte legame con l'evoluzione sociale e culturale con possibile aumento della rapidità di affermazione di nuovi modi di comunicazione e aggregazione con una moltiplicazione di nicchie.
Embedded Systems	La crescente capacità di produrre chip con elevatissimo livello di complessità (oltre il miliardo di transistor equivalenti per fine decade, centinaia di microprocessor per chip entro la prossima decade) di integrazione sullo stesso chip della parte di comunicazione e di eventuali sensori porta alla creazione di sistemi poco costosi, integrabili in qualunque oggetto.	La tendenza è verso il "plastic wrapped chip" espressione che sottolinea come gli oggetti del futuro forniranno le loro funzionalità tramite un chip e tramite un design che dà forma all'oggetto. Questo fa crescere l'importanza degli ODM (Original Design Manufacturer) mettendo in crisi le aziende che si trovano nella parte centrale della catena del valore. Per contro la disponibilità di embedded systems aumenta la possibilità di erogazione servizi.
Identificazione delle persone	Crescita nel numero di tecnologie utilizzabili per la identificazione personale, sia quella volontaria sia quella fatta all'insaputa della persona. Il gap tra falsa positività/falsa negatività e identificazione corretta sta diminuendo e tenderà a diventare trascurabile tramite l'applicazione di più sistemi di identificazione in contemporanea.	Aumenta la possibilità di erogare servizi e di semplificare l'interfaccia garantendone al tempo stesso la sicurezza. Per contro aumentano in modo ciclico le preoccupazioni di invasione della privacy. Il bilanciamento tra questi due fattori sarà molto condizionato da situazioni esogene ma anche da specificità culturali.
Seamless Ubiquitous Access	La pluralità di reti di accesso unita a terminali che possono adattare le loro caratteristiche di accesso (anche tramite software radio), il bundling della connettività in prodotti e servizi sono tutti fattori in costante crescita che troveranno una piena attuazione nella prossima decade. La fornitura del Seamless Ubiquitous Access diventerà un servizio che potrà essere fatto pagare tanto più sarà veramente ubiquitous e seamless.	Il rapporto tra erogatore di servizio di connettività e cliente sarà sempre meno legato ad aspetti fisici e sempre più a caratteristiche di servizio. Emerge fortissima la differenziazione che può essere fornita tramite la profilatura, aspetto questo che presuppone un fiducia forte tra cliente e provider. Non necessariamente questo deve essere un operatore. Gli MVO (Mobile Virtual Operator) trovano grossi spazi in questa evoluzione così come altri attori provenienti da settori anche molto diversi.
Terminals, Wearable	I terminali evolveranno in due direzioni. Da un lato inglobando un numero sempre maggiore di funzionalità compresa la possibilità di dialogare con una varietà di periferiche. Dall'altro verso la scomparsa dalla percezione dell'utilizzatore entrando in ogni oggetto, abilitandoli quindi alla comunicazione. In questa categoria si collocano anche i wearable. In quanto oggetto il terminale sarà sempre più caratterizzato dalla moda e avrà cicli di vita sempre più brevi, intorno all'anno (in Corea è già inferiore, intorno ai 6 mesi).	L'elemento terminale rimarrà sempre di più nella percezione del cliente come l'elemento di comunicazione. Di qui una lotta tra operatori che tenderanno a customizzare sempre di più il terminale facendo emergere le sue caratteristiche di servizio e le manifatturiere che tenderanno sempre di più a pilotare la sua evoluzione verso un valore in quanto apparato. La diffusione dei terminali in ogni oggetti apre spazio a nuovi servizi ma abilita al tempo stesso la formazione di reti locali in competizione potenziale con il network-access provider.

memorie che, una volta scritte, possono essere soltanto lette e non più riscritte), quella tipo *read-write* e infine le strutture/architetture di memorizzazione in cui si vengono ad aggregare vari sistemi e reti di interconnessione.

La memorizzazione tipo *Read Only Memory* (ROM) basata sulla tecnologia del silicio ha fatto enormi progressi in parallelo con il miglioramento di capacità nella produzione dei chip. Su questo versante il progresso proseguirà allo stesso ritmo degli ultimi venti anni per almeno i prossimi dieci. La previsione è di una evoluzione dei processi produttivi che portino dai 90 nm di oggi ai 13 nm della prossima decade. Questo significa una capacità di memorizzazione su singolo chip che arriva intorno ai 100 Gbyte. Le applicazioni di questo tipo di memorie sono da immaginarsi nel settore delle *appliance* e dell'intrattenimento in senso lato. Oggi la fanno da padrone le aziende asiatiche, Corea, Giappone e Taiwan. In prospettiva questo dovrebbe continuare, anche se l'atteso spostamento del mercato verso i SoC (*System on Chip*) potrebbe portare ad una progressiva incorporazione delle memorie ROM all'interno di microprocessori, area in cui gli USA hanno il predominio. L'Europa è all'inseguimento per quanto riguarda i SoC e potrebbe giocarsi una fetta importante di competitività nel futuro su questo.

Se l'evoluzione della capacità di memoria basata sul silicio non è sorprendente (ci siamo abituati allo stupefacente!), lo è quella che è resa possibile dalla tecnologia dei polimeri. Questi sono sostanzialmente "plastica" e con la plastica condividono la caratteristica del bassissimo costo di produzione. Negli ultimi mesi addirittura è stata annunciata la possibilità di produrre queste memorie con un processo di tipo stampa a inchiostro e quindi a bassissimo costo. La densità di memorizzazione è simile a quella del silicio e questo significa che su una dimensione di una carta di credito possiamo arrivare a memorizzare 1 Tbyte (1000 Gbyte). Il bassissimo costo permette di immaginare uno scenario in cui, nella seconda parte di questa decade, potremmo vederci consegnata una di queste memorie dalla cassiera del cinema insieme al biglietto dello spettacolo. Potremo infilarci nel portafoglio la carta di memoria, insieme alle carte di credito e, finito il film, tornati a

casa, potremo inserire la carta in un lettore apposito sul nostro televisore (così come oggi usiamo le carte di accesso alla televisione a pagamento). A questo punto scopriremo di avere disponibili un migliaio di film di cui potremo vedere alcuni minuti di ciascuno. Se troviamo qualcosa di interessante basterà una piccola transazione in rete, magari anche tramite telefonino, per comprare l'intero film e vederlo immediatamente. La disponibilità di enormi capacità di memoria in locale a bassissimo costo sarà uno degli elementi di dirompenza nei prossimi anni rispetto alle architetture di rete di telecomunicazione e rispetto alle catene del valore nella creazione, distribuzione e fruizione dei contenuti.

Le memorie a polimeri sono una realtà di laboratorio³, con l'Europa in buona posizione, e potrebbero diventare una realtà di mercato nella seconda parte di questa decade.

Un'ulteriore tecnologia per le ROM è quella delle memorie *olografiche*. Queste hanno una capacità elevata (da 100 a 1000 Gbyte su un disco tipo CD) e costi che si situano a metà strada tra le memorie al silicio e quelle a polimeri (in realtà se facciamo 1000 il costo della memoria al silicio, quelle olografiche sono intorno a 100 e quelle a polimeri intorno a 1; a questi costi occorre però aggiungere i costi del lettore, nulli per quelle al silicio, molto bassi per quelle a polimeri e intorno ai 500 €, ma in discesa, per quelle olografiche). L'interesse per questa tipologia di memorie deriva dalle caratteristiche della testina di lettura che consente di effettuare la ricerca dei dati voluti direttamente nel processo di lettura del disco. Quindi la minor velocità di lettura che caratterizza le memorie olografiche rispetto a quelle a polimeri e a silicio (di gran lunga più veloci) in realtà, nel caso di ricerca di dati, può non essere vera. Anzi, nel caso di enormi quantità di dati la memoria olografica può garantire un accesso enormemente più rapido alle informazioni. Gli USA sono in vantaggio su queste tecnologie.

Nel settore delle *read-write* troviamo, ovviamente, le memorie basate sul silicio. L'evoluzione è simile a quella delle ROM che utilizzano il silicio. Di particolare interesse sono le me-

³ www.thinfilm.se

memorie portatili, tipo *compact flash*, che vengono utilizzate nelle macchine fotografiche digitali, lettori Mp3, PDA ecc.. Oggi sono disponibili sul mercato *compact flash* da 8 Gbyte (in grado di contenere 8.000 foto o un centinaio di CD codificati in AAC o Mp3). Nei prossimi 10 anni arriveremo ad oltre 100 Gbyte (lo standard FAT – *File Allocation Table* – recentemente consolidato, permette di indirizzare fino a 178 Gbyte). Il predominio è degli asiatici, come per le ROM su silicio, anche se gli USA potrebbero prendere il sopravvento nei prossimi anni.

Come le memorie a polimeri hanno un vantaggio su quelle al silicio in termini di prezzo (ma hanno velocità di accesso inferiori), così succede con gli *hard disk* rispetto alle memorie al silicio. Toshiba ha annunciato un *hard disk* da 4 Gbyte con dimensioni tali (2 cm) da poter essere inserito in un cellulare ad un costo di circa 10 \$. La Samsung, a novembre 2004, ha iniziato a vendere un cellulare con integrato uno di questi *hard drive*. Un'analoga capacità di memoria su silicio costerebbe oggi 10 volte di più. Vi è anche un fattore di consumo a favore del silicio (che ovviamente può essere più o meno importante a seconda delle applicazioni). Nella prossima decade *hard disk* con capacità oltre il Tbyte saranno normali ma non necessariamente un elemento di dirompenza rispetto alla catena di valore dei contenuti, come invece potrebbe avvenire nel caso delle memorie a polimeri.

Interessante, invece, osservare come un'alta penetrazione nel mercato di massa di *hard disk* oltre i 300 Gbyte può creare nuovi problemi alla rete di telecomunicazioni. A inizio 2005, nei negozi di CompUSA un disco da 300 Gbyte veniva venduto a 99 \$. Queste disponibilità (e diffusione) stanno avvenendo in contemporanea con la diffusione del *flat rate* (cioè della percezione di gratis rispetto allo scaricare contenuti dalla Rete). Questi due elementi potranno dare qualche grattacapo agli operatori del settore.

La capacità locale di memoria *read-write*, infatti, permette di trasferire sul proprio disco un insieme di informazioni “just in case”. Immaginiamo di collegarci ad una pagina web. Un programmino agganciato al nostro *browser* potrebbe scaricare automaticamente tutte le pagine che sono “linkate” dalla pagina che abbiamo richiesto, in modo che non ap-

pena “clickiamo” su un *link*, la pagina viene immediatamente visualizzata, essendo già presente sul nostro *hard disk*. Immediatamente il programmino parte a scaricare le pagine linkate dalla nuova e così via. È chiaro che questo porta ad uno spreco significativo, andando a sovraccaricare le reti metropolitane, l'anello debole nelle attuali reti di telecomunicazione (il cui potenziamento è ovviamente possibile ma richiede significativi investimenti). La grande capacità *read-write* locale porta questo meccanismo ad una estremizzazione per cui molti utenti potrebbero decidere di ricrearsi la propria Internet personale sul proprio *hard disk*. Un piccolo applicativo potrebbe garantire la sincronizzazione della propria “rete” con la Rete. L'elemento di “possesso” dei contenuti ha radici psicologiche da non sottovalutare. A dispetto di una crescente connettività, che potrebbe potenzialmente far supporre che i dati stanno in Rete e vi accedo quando ne ho bisogno, i segnali sono nel senso di sfruttare questa connettività per tenersi i dati “in casa”.

Della tecnologia olografica si è già trattato relativamente alle ROM. Questa tecnologia, a partire dal 2006, sarà progressivamente comune anche per le R/W.

Un cenno alle *nanotecnologie*. Queste promettono di aumentare di quasi 100 volte la densità di memorizzazione e diminuire sostanzialmente il consumo energetico. Per vederle sul mercato occorrerà però attendere ancora la prossima decade (e forse qualcosa in più). Passiamo alla terza direttrice di questa traiettoria: *strutture e architetture*.

Le aziende che hanno un *business* basato su grandi quantità di dati stanno crescendo: nel 1999 se ne contavano meno di 5 con banche dati oltre il Pbyte (milione di Gbyte), oggi sono oltre 100. Nella prossima decade la stima è di diverse migliaia con banche dati con Pbyte di informazioni e alcune con Ebyte (miliardi di Gbyte). Per la cronaca, nel 2002 le telefonate voce in tutto il mondo hanno raggiunto i 17,3 Ebyte e si sta discutendo negli USA sulla possibilità di obbligare gli Operatori di Telecomunicazione a memorizzare tutte le chiamate per motivi di sicurezza. Il dibattito è aperto (ovviamente sotto il profilo etico/sociale), ma il fatto stesso che esiste, significa che, dal punto di vista tecnologico, lo si ritiene fattibile.

L'IBM propone ICE Cube, un sistema in cui si può disporre di un'enorme quantità di memoria sovrapponendo blocchi (*cube*) da 1 Tbyte l'uno. Interessante notare come la stessa IBM lavori con un finanziamento del DARPA, insieme ad alcune università, per rendere disponibile, per il 2010, una struttura di interconnessione tra banchi di memoria con una velocità di 40 Tbyte/s (oggi la velocità massima effettiva di trasferimento è intorno al Gbyte/s). USA e Giappone sono all'avanguardia in questi settori che, ovviamente, assumono un senso se accompagnati da un progresso nel settore dell'*information retrieval*.

Una seconda linea è quella relativa all'evoluzione delle architetture di *distributed storage*. Fino a non molto tempo fa il *distributed storage* era utilizzato per migliorare la disponibilità, sicurezza dei dati, capacità. Oggi si inizia a parlarne in un'ottica diversa e la previsione è che, nei prossimi anni, proprio questa nuova ottica sarà foriera di interessanti sviluppi anche sotto il profilo dei servizi e del business (andandosi ad incrociare con il *data e application GRID*). L'idea di fondo è che i dati presenti in una banca dati possano essere messi "in comune" con quelli di altre banche dati per permettere la creazione di "informazioni". Un esempio è il VNO, *Virtual National Observatory*, un progetto della NASA che mette a disposizione degli astronomi i dati contenuti in decine di osservatori. Un astronomo che voglia studiare una parte del cielo può fornire le coordinate al VNO e si vedrà ritornare una foto di quella parte del cielo. Questa è il risultato del mescolarsi di decine di foto fatte da vari osservatori e ricomposte da un computer. In questo modo è stato possibile scoprire in pochi mesi centinaia di pianeti in quanto la "fusione dei dati" permette di eliminare i disturbi, aumentando la risoluzione. Un analogo progetto in Inghilterra si propone di migliorare la precisione di diagnosi nelle mammografie, mettendo in comune le banche dati di molti ospedali.

L'interesse in prospettiva è la possibilità da parte di molti attori (*service provider*) di accedere alla moltitudine di dati distribuiti in migliaia di basi dati per fornire meta informazioni a terze parte. Ovvio l'importanza di gestire gli aspetti di proprietà e *privacy*.

Da citare, inoltre, altri approcci al *distributed*

storage, come quello perseguito dal progetto *OceanStore* (Università di Berkeley, su finanziamento DARPA), in cui le informazioni sono distribuite su un'enorme quantità di nodi e spezzettate in modo tale che l'informazione non risiede in nessun nodo (e quindi non è facilmente recuperabile da parte di persone non autorizzate) ed è presente su moltissimi. Diventa quindi resistente a disastri, naturali o meno, che portino ad una perdita anche significativa di nodi. Queste strutture, inoltre, si muovono nella direzione delle strutture di memorizzazione utilizzate dagli esseri viventi. In queste, l'informazione non è memorizzata nei nodi ma in un mix di collegamento tra i nodi ed elaborazione sincrona tra vari nodi. Ha quindi un interesse prospettico anche per permettere miglioramenti nella transizione tra dati e informazioni. Noi oggi memorizziamo dati e recuperiamo dati. Occorre poi tradurre questi in informazioni con notevoli difficoltà (si pensi al riconoscimento di immagini, dove quello che si cerca è un'informazione, ma ciò che è memorizzato è una valanga di pixel/dati). Su questo versante si ritiene che risultati significativi potranno essere conseguiti nella prossima decade (in vantaggio ancora gli USA), anche sfruttando nuovi approcci come le teorie matematiche dei "piccoli mondi", relative al processo della comunicazione.

La terza linea di evoluzione strutturale e architetture è rappresentata dai sistemi di sincronizzazione delle informazioni. Queste evoluzioni sono di particolare rilievo per l'impatto sulle (e il contributo che riceveranno dalle) telecomunicazioni.

Sempre di più l'informazione verrà catturata e mantenuta in modi e posti distinti. Sempre più le reti permetteranno di integrare le varie strutture locali. Pensiamo alle foto che catturiamo con la macchina fotografica digitale. Quando entriamo in casa, queste possono essere condivise con l'*home theater*, oppure utilizzate da un *personal organiser* per ricordarsi la faccia di una persona, associandola ad un numero di telefono o un indirizzo e-mail, possono essere inserite in *blog* da condividere in un cerchio ristretto o con tutto il mondo e così via.

In Corea, terminata la fase di penetrazione della larga banda, il governo ora sta spingendo per la realizzazione di *hot spot* in un'ottica

di condivisione di informazioni. Infatti ha negoziato con Samsung, Sony ed altri produttori di *appliance* affinché questi offrano al mercato nuovi sistemi di intrattenimento ed elettrodomestici per la casa che siano collegabili senza fili con Internet in modo da renderli accessibili, anche mentre si è fuori casa, via *hot spot* e Internet. L'informazione diventa distribuita, ma al tempo stesso onnipresente. Questo porta anche a delle riflessioni sugli aspetti di *copyright*, e i primi segnali iniziano ad essere visibili.

Le canzoni acquistate tramite *iTunes* (oltre 300 milioni vendute in poco più di un anno da Apple) possono essere memorizzate solo su tre Personal Computer, ma su un numero illimitato di *iPod* (che però non possono copiarle l'uno all'altro). Per contro alcuni progetti di ricerca mirano a permettere l'ascolto del brano presente su un *iPod* (o su qualunque altro lettore Mp3) anche da parte di qualunque altro iPod che sia presente in un raggio di un centinaio di metri.

L'evoluzione della memoria e delle reti porta quindi ad un diverso modo di concepire il *copyright* così come la disponibilità di enormi quantità di contenuti porta ad una diversa percezione del valore e della sua gestione. Riprenderemo questo aspetto sotto il profilo delle discontinuità e del *foresighting*.

6. INNOVAZIONE NELLA CATENA DEL VALORE

Le traiettorie tecnologiche forniscono informazioni su come evolveranno nel tempo le funzionalità disponibili al mercato. Un parametro fornito nella traiettoria tecnologica è relativo allo stadio raggiunto da una certa funzionalità rispetto ad un ciclo di vita che prevede: disponibilità in laboratorio, stadio prototipale, penetrazione in mercati di nicchia, presenza su di un mercato consumer, *commodity* (Figura 5). Ogni tecnologia contiene informazioni su come il parametro costo sia sensibile alla diffusione sul mercato. In alcune tecnologie, infatti, l'incremento dei volumi di produzione porta a riduzione di costi e questi, in alcuni segmenti di mercato, portano ad un aumento del mercato stesso innescando una spirale positiva di vendita. Inoltre il consumo può, per alcune tecnolo-

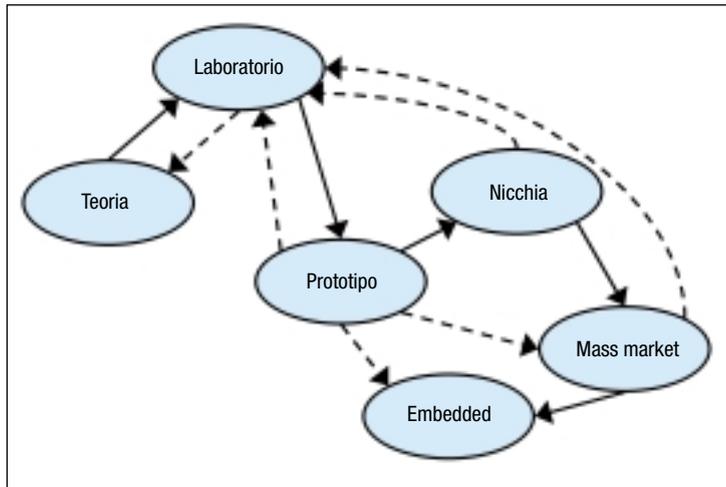


FIGURA 5

Le fasi di penetrazione della tecnologia sul mercato e le reciproche influenze

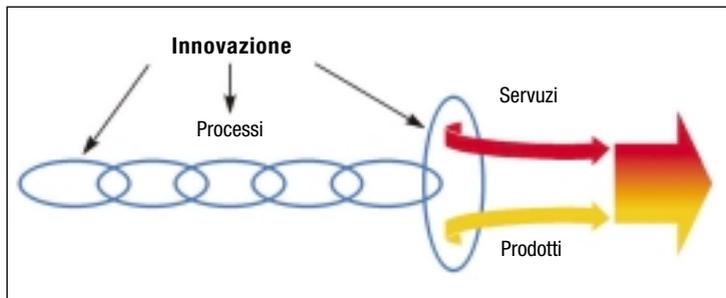


FIGURA 6

L'innovazione nella catena del valore. Quella che conta veramente si trova all'interfaccia dell'ultimo anello della catena, quello che rilascia il prodotto/servizio all'utilizzatore finale. In un regime competitivo, il vantaggio portato dalle innovazioni a monte tende a trasferirsi rapidamente a valle verso il cliente finale

gie, favorire il miglioramento della tecnologia stessa, stimolarne quindi l'evoluzione. A sua volta questa può rendere più appetibile al mercato la tecnologia stessa, ulteriormente stimolando le vendite.

Le evoluzioni locali costituiscono degli elementi abilitanti, non certo i soli, che possono portare a dei cambiamenti, chiamiamoli innovazioni, nella catena del valore. Queste innovazioni possono inserirsi alle interfacce tra un anello e l'altro nella catena (rendendo l'offerta più interessante al fruitore, per maggiori prestazioni o minori costi), oppure possono andare ad inserirsi nei processi produttivi (Figura 6). Le innovazioni si traducono comunque, in tempi più o meno brevi, e tanto più rapidamente quanto più il mercato è competitivo, in innovazione percepita dall'u-

tente finale. Solo l'acquisizione di una posizione dominante in un punto della catena permette di mantenere in quel punto il vantaggio portato dall'innovazione. In assenza di posizione dominante, il vantaggio viene trasferito a valle nella catena.

Le possibilità di aumentare gli introiti sono ovviamente legate o ad un'acquisizione di un maggior *market share* o ad una possibilità (generalmente molto difficile) di aumentare il mercato, cioè di dirottare introiti da altre catene del valore (in pratica se un cliente spende più soldi su un mio servizio senza cannibalizzare altri servizi che gli offro, significa che spenderà meno soldi su servizi/ prodotti offerti da altri).

Sempre più si assisterà ad una capitalizzazione del contatto con il cliente per un'offerta che unisce prodotto e servizio con una prevalenza dell'elemento servizio quanto più si opera in un settore in cui il prodotto tende a diventare una *commodity*. Il *packaging*, come vedremo in conclusione di questo articolo, diventa, in effetti, un servizio e un fattore di differenziazione e un valore per il mercato.

7. DIROMPENZE

L'evoluzione delle funzionalità, ma anche l'evoluzione del contesto sociale e culturale, può portare ad un cambiamento radicale delle catene del valore. Questo può manifestarsi come uno spostamento significativo di valore da un punto all'altro della catena o come perdita di valore di alcuni anelli, con la conseguente loro scomparsa. A livello del consumatore finale questo significa diversi pattern di consumi; a livello degli attori produttivi presenti nella catena del valore può significare maggiori guadagni o perdita di business. In generale si parla di "dirompenza" quando si ha un cambiamento delle regole del gioco. I valori precedenti, che erano fattori trainanti e su cui era importante avere il controllo, non sono più importanti.

Nella storia si sono presentati diversi momenti di dirompenza che si sono succeduti nei secoli, caratterizzando addirittura delle epoche. Si pensi al "pepe". Dal 1200 al 1400 veniva importato dalle Molucche in Europa, passando attraverso trasporti su mare e terra, con pagamenti di dazi vari che ne faceva-

no salire il prezzo dai 2 maravedi all'oncia dell'origine ai 200 maravedi sul mercato europeo. Il valore era tutto nella catena distributiva (198 maravedi su 200). Erano pochissimi quelli che potevano permettersi di insaporire i piatti con il pepe. Peraltro il pepe permetteva di conservare le carni durante l'inverno, un'alternativa alla salatura e affumicatura delle carni. Queste operazioni erano necessarie perché la produzione di fieno non era sufficiente a sfamare le mandrie durante i mesi invernali ed occorreva quindi macellarle con il problema di conservarne le carni (le celle frigorifere non c'erano ancora).

La spedizione di Vasco de Gama, con la circumnavigazione dell'Africa, metteva in contatto diretto le Molucche con il Portogallo, abbattendo il valore della catena distributiva. Andavano in rovina il Cairo e Venezia (attori fondamentali nella precedente catena del valore), Lisbona prendeva il sopravvento. A livello dei consumatori, il pepe diventò un elemento di consumo. Il centro del potere economico e politico si spostò dall'Europa centrale alla penisola iberica. Nel 1500 risuonava attraverso l'Europa la frase "maledetto pepe!".

Ovviamente vi sono molti esempi di dirompenze recenti con impatti molti minori, ad esempio l'avvento della tecnologia dei "mini laminatoi", che nel giro di 15 anni distrugge il valore economico dei grandi centri di produzione dell'acciaio della Ruhr, Pittsburgh e Yokohama, oppure l'avvento del word processing che manda in soffitta le macchine da scrivere e con queste anche le aziende che le producono e non riescono a riconvertirsi, e le dattilografe di professione. Nella catena di valore della produzione dei documenti non c'è più posto per un "ufficio copie".

L'esempio del pepe, tuttavia, è più calzante di questi altri riguardo al cambiamento complessivo cui si assisterà nei prossimi anni per il possibile spostamento del centro economico verso alcuni paesi dell'estremo Oriente, Cina in testa, a spese di USA e Europa.

Le comunicazioni, infatti, hanno cambiato radicalmente i valori in molte catene distributive e questo fenomeno si intensificherà ancora di più nei prossimi dieci anni.

Nella tabella 2 si elencano un insieme di dirompenze probabili e di cui si iniziano a intravedere i primi segnali sul mercato. Per cia-

Dirompenza	Fattori tecnologici abilitanti	Fattori di traino dal mercato	Impatto sulle imprese e sul business
Trasformazione di prodotti in servizi	La presenza di capacità di comunicazione in ogni oggetto; il vantaggio competitivo derivante dalla profilatura; la progressive diminuzione di costi nel manufacturing.	I prodotti stanno diventando commodities; perdita di capacità di differenziazione; facilità di copiare un prodotto.	Le imprese si trasformano in imprese di servizi; si accorcia il ciclo di vita dei prodotti; forte aumento dei call center; mercati sempre più globali; ristrutturazione nelle catene del valore.
La scomparsa del computer	Diminuzione dei costi di elaborazione; system on chip; wearable computers; aumento della connettività e accesso capillare.	Bisogno di aumentare i volumi; di aumentare la flessibilità; di facilitare l'accesso alle funzionalità.	Acquisizione di nuovi skill per sfruttare le capacità di elaborazione in ogni oggetto; nuovi livelli e tipologie di competenza richieste; nuovi attori e competitor.
Connettività ovunque e trasparente	Incremento delle capacità di connessione in ogni oggetto e moltiplicazione degli access point; varietà di infrastrutture; WPAN; Software radio.	Mercati maturi con crescita del flat rate; richiesta di trasparenza; spinta a far scendere i costi; aggregazione della comunicazioni nei servizi e negli oggetti.	Spostamento da connettività a servizio; bundling dei servizi; servizi erogati trasparentemente anche in presenza di utilizzo di accessi diversi; profilatura; domanda di connettività embedded; crescenti opportunità di offerta nuovi servizi.
Mutamento delle tipologie di traffico	Grande disponibilità di memoria locale; sensori; tag; fotocamere digitali; telecamere; comunicazione tra agenti.	Crescita del peer to peer con l'aumentare della produzione distribuita e della condivisione; tariffe flat rate e always on.	Spinta verso una transizione da ADSL a VDSL; spinta verso l'accesso ottico; Always on, accesso radio disponibile ovunque; connettività trasparente attraverso vari punti di accesso.
Banda illimitata	Progressi negli studi di propagazione; terminali come nodi della rete; Cognitive radio; Software radio; Mesh Networks.	Bisogno di connettività diffusa; pluralità di operatori per accesso locale; grande varietà nella domanda di traffico.	Operatori mobili consolidati. nuovi operatori; industria dei prodotti e servizi. Quadro regolatorio.
Prodotti usa e getta	Diminuzione dei costi di produzione "al pezzo"; Aumento di flessibilità e personalizzazione; batterie a lunga vita; produzioni locali; capacità di comunicazione locale embedded.	Accelerazione della evoluzione a seguito di fattori di moda e design; spostamento da prodotti a servizi; interfacce orientate alla funzionalità.	Evoluzione nella catena del valore; cicli di vita più corti; evoluzione nel customer care; il problema del riciclaggio.
Sistemi autonomici (S.A.)	Aumentata capacità elaborative negli oggetti; maggiore flessibilità nei terminali; tecnologie degli agenti; reti ad hoc; mirroring locale.	Sensori e reti di sensori; Maggiore complessità globale; sistemi eterogenei; evoluzione rapida e asincrona.	Il dilemma per gli Operatori: S.A. come reti di utilizzatori o parte della loro offerta? Virtual networks providers; Service providers; Sfide ingegneristiche.
Dal contenuto al packaging	Diminuzione dei costi nella produzione dei contenuti; produzione contenuti da parte dei consumatori; informazioni come prodotto; multimedia e multimodo; profilatura.	Abbondanza di informazioni; bisogno di selezionare le informazioni; difficoltà di controllo della proprietà dei contenuti.	Cambiamenti nell'industria dei contenuti con passaggio verso contenuto fornito come servizio; crescita dell'industria del packaging; ambiguità da risolvere nel business delle telecomunicazioni.
L'emergere delle infrastrutture virtuali	Infrastrutture di comunicazione diffuse, trasparenti che sfruttano più tecnologie, come WiFi, UWB, terminali multimodo, WPAN; broadband su wireless; aumentate capacità di memoria locale; tecnologie di agenti; ambienti intelligenti; realtà semi-virtuale.	Globalizzazione del business; crescita nello spostamento delle persone. Sfruttamento di investimenti globali.	Gli Operatori di telecomunicazioni si confrontano con una crescita di competizione che non premia più il possesso dell'infrastruttura; emergenza di operatori virtuali; opportunità per la consumer electronics; la computer industry diventa una piattaforma sottostante al business.
L'emergere del "gratis" nei contenuti e nella connettività	Enorme capacità di trasporto nei backbone e prossimamente anche nella rete di distribuzione, enorme disponibilità di contenuti, crescente sofisticazione nei sistemi di ricerca, enormi capacità di memorizzazione locale.	Interesse a catturare un'audience con proposte che appaiano gratuite, shift verso i business indiretti, emergenza dell'offerta privata non a scopo di business.	Perdita di valore e delle posizioni di dominio sulle risorse (contenuti, connettività); necessità di offerte in bundle per generare ritorni; perdita di interesse nello stipulare contratti tra fornitori di contenuti e un singolo provider di connettività (cade l'interesse all'esclusiva); offerta differenziata per canale, in prospettiva per profilo.

TABELLA 2

Alcune dirompenze identificate nel progetto FISTERA (v. bibl. [1])

scuna si evidenziano i fattori tecnologici abilitanti e i fattori di traino del mercato, e quali potrebbero essere gli impatti sulle imprese e sul business.

Non c'è spazio per entrare in dettagli in questo articolo, per cui se ne considererà un solo esempio, la trasformazione da prodotti a servizi.

8. DA PRODOTTI A SERVIZI

Esistono vari elementi che portano ad una trasformazione da prodotti a servizi.

Un primo elemento è la progressiva riduzione dei margini. Questo è la conseguenza della disponibilità di una pluralità di prodotti molto simili in termini di prestazioni, con un mercato quindi che premia o il *brand* o il prezzo. Questo colpisce comunque anche chi ha il *brand*, in quanto la concorrenza, per fare breccia, abbatta i prezzi e spinge il mercato al ribasso. La pluralità d'offerta è anche resa possibile dalla facilità di copiare i prodotti. Non appena un prodotto è proposto con successo, la competizione è pronta a cavalcare l'onda "copiando". Il punto di differenziazione non è più, infatti, la produzione visto che questa, specie nel settore *high tech*, è sempre più data in *outsourcing* a ditte taiwanesi, coreane e cinesi che sfornano, a basso costo, prodotti per aziende che sono concorrenti sul mercato.

A questi elementi di mercato si sommano elementi abilitanti alla trasformazione provenienti dalla evoluzione tecnologica. Da un lato, l'integrazione di possibilità di comunicazione in ogni oggetto permette a chi vende di mantenere un contatto con il cliente durante l'utilizzo del prodotto. Si apre quindi la strada ad un'offerta di servizio. Le funzionalità stesse del prodotto possono essere variate dal produttore su domanda del cliente. Di nuovo siamo più nel campo del servizio che non del prodotto. Si pensi ad un automobilista che voglia avere qualche cavallo di potenza in più per un week-end in cui prevede di dover trainare una roulotte. Basta la pressione di un tasto sul cruscotto per richiedere una trentina di cavalli aggiuntivi. Questi gli saranno scaricati via radio con un prelievo contemporaneo dalla sua carta di credito. Una medicina potrebbe essere venduta con un servizio di monitoraggio continuo, sfrut-

tando la possibilità di rilevare, tramite sensori, l'evoluzione della patologia, inviare i dati via telefonino e ricevere come risposta dei comandi che agiscono tramite NFC (*Near Field Communications*) con la pillola stessa, per farle rilasciare certe sostanze al posto di altre. Le pillole del futuro, ma già disponibili in laboratorio, saranno infatti dei micro contenitori di centinaia di cellette, ciascuna con uno specifico farmaco attivabile via radio dall'esterno del corpo.

Tecnologie di profilatura sempre più sofisticata permettono l'erogazione di servizi personalizzati. I prodotti possono sfruttare queste tecnologie di profilatura permettendo di tarare nel tempo l'offerta di funzionalità specifiche per l'uso che il cliente fa di quel prodotto.

Inoltre il costante progresso verso processi produttivi sempre meno costosi (a livello di singolo "pezzo" prodotto) comprimono il valore dell'oggetto in un contesto competitivo. La stampa *on demand* porterà ad un'ulteriore ristrutturazione della catena distributiva, per passi successivi e in tempi diversi rispetto ai prodotti. Per esempio, già oggi iniziano a diffondersi, soprattutto in USA, sperimentazione di stampa di libri su richiesta. In negozi di Barnes and Noble si può sfogliare un enorme catalogo di libri, moltissimi dei quali non sono presenti nel negozio, ma è possibile stamparli immediatamente su richiesta. Nel giro di dieci minuti il libro è pronto. Questo abbatte ovviamente i costi di magazzino e di trasporto. Il libro, oggetto per eccellenza, inglobando un microprocessore con capacità di connessione alla rete e disponendo di inchiostro elettronico, può diventare un terminale che offre servizi collegati a quanto stampato, per esempio aggiornamenti o approfondimenti.

In prospettiva diventerà possibile stampare piatti, ma anche computer (nella prossima decade) e una varietà di prodotti. L'elemento di differenziazione diventa la possibilità di integrare servizi in questi prodotti "fatti in casa". Il valore si sposta a monte (la ricetta, il design del prodotto) e a valle (l'integrazione del servizio).

Le reti di telecomunicazione, che ormai forniscono connettività a costi marginali, consentono l'erogazione di servizi a distanza. Chi va a visitare Pompei potrebbe utilizzare la cine-

presa digitale, collegata in WiFi ad Internet, per vedere dei filmati e essere guidato nella scoperta del mondo di Pompei del 79 D.C. tramite la Disney.

Oggi si assiste ad uno spostamento di valore all'interno della catena, ma sostanzialmente le aziende europee ed americane mantengono il controllo. Nel giro di pochi anni, ed i segnali sono già ben visibili, questo potrebbe cambiare radicalmente. Da un lato il valore "a monte", costituito dalla ricerca e dal design potrebbe passare alle aziende dell'estremo Oriente che oggi producono in *outsourcing* molti prodotti di alta tecnologia. A valle, il servizio potrebbe essere offerto da qualunque azienda, indipendentemente dalla sua posizione geografica.

Non vi è tuttavia solo una preoccupazione a livello macro di un possibile, probabile spostamento del valore dall'Europa-USA verso l'Asia. A livello delle singole imprese si dovranno affrontare delle trasformazioni significative indotte dal passaggio da una vendita di prodotti ad una di prodotti/servizi.

Infatti, la vendita di prodotti limita l'interazione del cliente al punto di vendita finale (sia in termini geografici sia in termini temporali). Non appena il cliente ha comprato, in pratica non è più un cliente. Qualunque interazione successiva avviene probabilmente a seguito di un reclamo da parte del cliente per qualcosa che non va come lui si aspettava.

Viceversa, nella vendita di un servizio, il contatto tra fornitore e cliente prosegue per tutto il tempo in cui il servizio viene utilizzato. Non solo il fornitore ha il polso sull'utilizzo da parte del cliente, ma ha anche l'opportunità di interagire con questo durante l'uso.

D'altra parte, vendere un prodotto significa ottenere il guadagno nel momento in cui questo è venduto mentre nel caso del servizio il guadagno è ripartito nei diversi momenti in cui il servizio è fruito. Non è sufficiente vendere un servizio una volta sola. Occorre continuare a venderlo nel tempo. Nel caso di un prodotto è bene che il cliente sia soddisfatto in quanto agisce da cassa di risonanza e pubblicità per il prodotto e, se questo viene riconosciuto come marchio della ditta che lo produce, apre la porta a ulteriori acquisti da quella ditta. Nel caso del servizio, invece, è essenziale che il cliente sia soddisfatto altri-

menti smette di usare il servizio e si bloccano i guadagni. Questo è, ovviamente, il caso degli operatori di telecomunicazioni.

Nel settore autoveicoli, le aziende iniziano a vendere servizi insieme all'auto. Qui l'hardware, il prodotto, è ancora troppo caro per permettere una transizione completa verso un puro modello di servizio, ma un inizio lo si dovrebbe iniziare a vedere entro la fine di questa decade, con impatti significativi alla fine della prossima.

Il sistema sanitario è strutturato in servizi (dottori, ospedali) e prodotti (medicinali, protesi ecc.). Entro la fine di questa decade dovremmo assistere ad un mercato spostamento verso i servizi, anche in settori come quello dei medicinali.

Gli elettrodomestici sono, oggi, essenzialmente dei prodotti. Per l'inizio della prossima decade, la loro diffusa connettività con la rete di telecomunicazioni porterà ad uno spostamento verso il paradigma "servizi". Certamente saranno sempre più utilizzati per l'offerta di servizi ed è probabile che alcuni saranno dati in omaggio nell'ottica di ottenere i ritorni tramite la vendita di servizi, come accade spesso nel caso del *set top box*. Tecnologie come gli *apple*, *tiny OS*, software radio stanno aprendo la strada a questo cambio di paradigma.

L'informazione è "soft", così come soft sono le applicazioni e questo porterà ad una Società di Servizi piuttosto che ad una Società di Prodotti, dal consumismo, quindi, all'utilizzo. La produzione di massa cambierà, dal punto di vista di chi usa il prodotto finito, evolvendo in una offerta personalizzata e questo sarà il frutto della flessibilità introdotta nei prodotti dai microcomputer *embedded*. Questo cambiamento non è facile da metabolizzare per le imprese che, da un lato, devono acquisire nuove professionalità e competenze e, dall'altro, cambiare le relazioni nella catena del valore. Usabilità vera, la comprensione del cliente e dei suoi mutevoli bisogni, la creazione di una relazione di fiducia saranno tutti componenti essenziali della nuova offerta.

La flessibilità dell'offerta porta di pari passo ad un accorciamento dei cicli di vita e per questo la rete di telecomunicazioni diventa essenziale in quanto elemento primario nella catena distributiva per l'aggiornamento del prodotto e l'erogazione del servizio.

Il numero dei *call center*, almeno in questa decade, è destinato a aumentare notevolmente, mentre nella prossima dovremmo assistere ad un incremento delle capacità dei sistemi automatici di interazione con i clienti. La globalizzazione del mercato aumenterà ulteriormente visto che l'offerta di servizi è legata alla presenza di una rete di telecomunicazioni, non al posizionamento geografico. La capacità di personalizzare l'offerta, per contro, richiede un radicamento nello specifico segmento di mercato, compresa la conoscenza della lingua.

Le catene del valore usciranno profondamente ristrutturata da questo cambio di paradigma, con una integrazione delle fasi di produzione, *delivery* e *customer care* mentre la parte legata alla distribuzione (*supply chain*) sarà, in molti casi, destinata a scomparire, sostituita dalla rete di telecomunicazioni.

Tutti i settori di mercato sono potenzialmente coinvolti. Oltre a quelli già citati, può essere utile sottolineare i cambi nei modelli di business nell'intrattenimento, dove la nascita di nuovi modelli è l'unica vera risposta alla pirateria, nei trasporti, con la diffusione di sistemi multimodali e sistemi di trasporto condivisi, nell'istruzione, con libri e corsi integrati in una offerta di servizio.

I cambiamenti delineati metteranno certamente in crisi molte aziende e interi settori di business in quanto vanno a stravolgere le regole del gioco. Pensiamo all'esempio recente della vendita di CD musicali. Questa è iniziata a declinare da almeno 10 anni, prima quindi di Napster e di Internet. Certamente la facilità di "piratare" i contenuti ha accelerato questo processo. Tuttavia quello che occorre capire è che non si tratta di un fenomeno che può essere etichettato come "furto e basta". Per questo, combatterlo solo a colpi di leggi non aiuta, soprattutto nel lungo termine. L'elemento di fondo è l'enormemente cresciuta disponibilità dei contenuti. Si è passati da una situazione di domanda elevata ad una di offerta elevata. Si sono spostati drammaticamente i valori. L'Enciclopedia Britannica non perde di valore perché i suoi contenuti possono essere piratati ma perché contenuti che il mercato ritiene analoghi sono liberamente e facilmente disponibili.

Questa situazione non deve far dire che il bu-

ness dei contenuti è diventato impossibile: si può vendere ghiaccio agli esquimesi. Ma per farlo occorre avere una buona strategia e non credo che sostenere di offrire ghiaccio di migliore qualità, oppure fare delle leggi che vietino agli esquimesi di raccogliere il ghiaccio che trovano attorno a loro, siano strategie "che pagano" in tempi medio-lunghi.

In questo orizzonte temporale probabilmente avranno successo quelle aziende che trasformeranno il prodotto "ghiaccio/contenuto" in un servizio fornendo un packaging accattivante, presentandolo in modo che faccia risparmiare tempo a chi lo usa, aggiungendogli un qualcosa che faccia apparire unico e distinto non il "ghiaccio/contenuto", ma chi lo usa.

9. NELL'ANNO 2020

In questa "passeggiata" tra le tecnologie del futuro sono quasi certamente emerse nel lettore anche diverse preoccupazioni. Come difendersi dalla valanga di informazioni che creiamo a ritmi sempre più accelerati? Che senso ha fare investimenti (e quindi distogliere risorse da altri settori) per arrivare a tecnologie che superano le possibilità di uso, come per esempio sensori da 100 Mpixel e oltre, schermi enormi e così via? Mantenendo una visione ottimistica, che mi è peraltro consona, credo che l'evoluzione tecnologica abbia nel mercato la sua valvola di contropressione. Ciò che non porta ad un miglior benessere complessivo tende a scomparire. Questo è senz'altro vero per il mass market, area di cui ci si è occupati in questo articolo, mentre non lo è per altri settori, come il militare.

Anche l'enorme quantità di informazioni, a prima vista inutile, a fronte di limiti invalicabili quali le 24 ore al giorno che abbiamo disponibili e la sola coppia di orecchie e occhi di cui disponiamo, in realtà credo si trasformerà in spinte di creatività. Dalle informazioni passeremo a considerare le meta-informazioni, create a partire dalle prime e che in qualche modo ne forniscono una sintesi. Da queste passeremo a informazioni di interesse, ottenute con vari meccanismi di profilatura e filtraggio/contestualizzazione. In fondo le informazioni che un ragazzino oggi assor-

be sono enormemente maggiori rispetto a quelle di un suo coetaneo di cento anni fa. Nel 2020, guardando ad oggi, ci si stupirà del basso livello tecnologico di questi anni, ed anche di molti dei problemi in cui ci si dibatte, dagli OGM alla privacy, dalla pirateria all'energia. Questi problemi continueranno ad esistere, insieme ad altri ma il modo di affrontarli sarà probabilmente molto diverso da oggi. L'evoluzione tecnologica raramente risolve i problemi ma li fa affrontare in modo talmente diverso che questi cambiano persino di nome. Questo cambiamento, reso possibile dalla tecnologia, sarà ricco di opportunità di business, che però non tutte le aziende che oggi dominano il merca-

to saranno in grado di cogliere. Ce ne saranno, al loro posto, molte altre.

Bibliografia

- [1] Saracco R.: Evoluzione tecnologica e impatti sulle TLC ei prossimi vent'anni. *Notiziario Tecnico Telecom Italia*, Vol. 13, n. 2, dic. 2004.
- [2] D'Alessandro A., Romagnolo S., Saracco R.: *Quattro passi nel futuro*. Vol. 1 (ISBN 88-85404-35-9) e Vol. 2 (ISBN 88-85404-38-3) ISBN 88-85404-38-3.
- [3] *FISTERA Project Deliverable WP2.1 e WP2.2*. <http://fistera.jrs.es>
- [4] *Quattro passi nel futuro*. Vol. III, ISBN-88-85404-39-1/

ROBERTO SARACCO è diplomato in Scienze dell'Informazione e ha una laurea in Matematica dall'Università di Torino. Dal 1971 è ricercatore in Telecom Italia. Attualmente è responsabile per scenari e comunicazione scientifica. Nel progetto Fistera della EU è responsabile della identificazione delle possibili evoluzioni tecnologiche nei prossimi 15 anni e il loro impatto economico. È Senior Member dell'IEEE Communications Society (Comsoc) ed attualmente Vice Presidente per l'area Sister Society Relationship. È autore di molti articoli e libri, tra cui una collana di Progetto Italia: 4 passi nel futuro. roberto.saracco@tilab.com