"Position Paper" su Radiofonia digitale

SCENARIO E CONSIDERAZIONI PER LA TRANSIZIONE VERSO LA RADIOFONIA DIGITALE

Verso le reti multimediali diffusive di nuova generazione

Ottobre 2005

AICT
Associazione per la Tecnologia dell'Informazione e delle Comunicazioni
della Federazione AEIT

***AICT** (Associazione per la Tecnologia della Comunicazione e dell'Informazione)°*
della Federazione AEIT

"Position Paper" su Radiofonia digitale

Scenario e considerazioni per la transizione verso la radiofonia digitale

Verso le reti multlimediali diffusive di nuova generazione

Ottobre 2005

° ***www.associazioneaict.it***

EXECUTIVE SUMMARY

La radio è uno dei mezzi di comunicazione di massa più diffusi e, certamente, il più seguito e amato dai suoi utenti. La possibilità di ascoltarla ovunque e, soprattutto, il suo naturale "pluralismo strutturale" di voci, opinioni e generi tra i quali l'ascoltatore può sempre scegliere il più adatto ai suoi gusti, hanno fatto della radiodiffusione, anche in diverse stagioni tecnologiche, il principale strumento di diffusione delle idee degli ultimi cento anni.

Questo documento prende le mosse da questa consapevolezza, dalla valutazione cioè della specificità della radio e del suo ruolo decisivo nella comunicazione di massa e si propone di analizzare gli effetti, sulla radiofonia, della nuova, incombente, rivoluzione tecnologica provocata dalla digitalizzazione dei contenuti e della modalità di trasporto dei segnali ovvero della cosiddetta ***transizione analogico-digitale.***

Questa transizione provocherà, com'è opinione comune di tutti gli esperti, un profondo cambiamento in tutti i mezzi di comunicazione di massa, una loro profonda "mutazione genetica". In prospettiva a breve-medio termine, per quanto riguarda le reti diffusive, la transizione condurrà alla nascita di nuove reti non più specializzate ma capaci di trasmettere indifferentemente le varie forme in cui si esplica la multimedialità.

La presenza, nel futuro scenario digitale, di reti diffusive multimediali, ossia di "single commodity" che consegnano "bit" agli utenti utilizzando i più svariati mezzi di accesso quali il "wireline" (ADSL, fibra), il mobile (UMTS), il "broadcasting" via etere (Radio, TV, Mobile-TV) ,il nomadico "wireless" (Wi-Fi, Wi-Max, etc.) ed il satellitare, caratterizzerà le evoluzioni in questo campo, con una capacità più o meno ampia di funzioni interattive in dipendenza del mezzo usato. In altre parole, lo scenario diffusivo multimediale è profondamente caratterizzato dai fenomeni di convergenza.

Quale sarà il ruolo della radio in questo scenario? Difficile da prevedere. La stessa definizione diviene sfumata. I programmi radio saranno quelli che ci propone l'apparecchio FM della nostra automobile o quelli che potremo ricevere sul nostro telefonino in UMTS o, sempre sullo stesso ricevitore, usufruendo della tecnologia DVB-H? E, di conseguenza, quali saranno gli operatori "radiofonici" nel nuovo scenario? I "vecchi" "broadcaster" radiofonici? Quelli televisivi sulle reti del digitale terrestre? O gli operatori telefonici mobili in uno scenario di integrazione tra "broadcasting" e reti di terza generazione e tra radio, Intenet e Mobile-TV?

E dunque, nel preparare questo "Position Paper" sul futuro della radiofonia, l'AICT (Associazione "super partes" costituita da professionisti del settore ICT) si è trovata di fronte alla necessità di analizzare uno scenario molto più complesso di cui è stata costretta a definire i confini. Si è trovata cioè di fronte alla necessità di individuare le linee di tendenza della tecnologia e di analizzare punti di forza e debolezza delle varie alternative disponibili con la necessità di ridefinire i confini del "mondo radiofonico" e di analizzare le potenzialità di sviluppo tecnologico alla luce della specificità del mercato italiano e dei suoi ritardi in termini di politica industriale e regolatoria.

La scelta seguita è stata quella di ***considerare la radiofonia all'interno del più articolato scenario caratterizzato dall'evoluzione verso i sistemi diffusivi di nuova generazione"****. E, dunque, questioni come quella del ruolo della tecnologia DVB-H nello sviluppo della "Mobile-TV" e quella dell'interesse degli operatori di telefonia mobile verso il "broadcasting" e, in particolar modo, verso le frequenze che lo rendono possibile, sono divenuti centrali nell'analisi sviluppata in questo documento.*

Il presente documento vuole dunque rappresentare un ***contributo AICT*** *per presentare a tutti gli "stakeholders" del mondo delle comunicazioni (dagli operatori della filiera radiofonica, alle*

associazioni di categoria, agli organi istituzionali interessati, ai "broadcaster" televisivi e agli operatori di telefonia mobile) uno ***scenario di riferimento*** *ed* ***un apporto d'idee per possibili linee di intervento****, non vincolato ad interessi di parte od alla difesa di particolari categorie del settore, allo scopo di individuare le strategie che possano facilitare il cammino di transizione.*

A tal fine il documento sviluppa la propria analisi assumendo le seguenti ***premesse:***

- *la richiesta di servizi e programmi audio configura un mercato caratterizzato da sua* ***specificità e rilevanza;***
- *l'informazione audio-radiofonica va oggi inquadrata, in particolare per quanto riguarda gli aspetti tecnici, nell'ambito della più* ***generale fruizione dell'informazione multi-mediale,*** *mantenendo peraltro, nell'ottica del presente documento, un chiaro confine tra le due forme;*
- *le* ***modalità di fruizione*** *dei servizi e programmi audio comprendono sempre più diverse situazioni logistiche (postazione fissa, mobilità, nomadicità), elementi che risultano fondamentali per la definizione dei sistemi diffusivi da impiegare;*
- *la diffusione radiofonica digitale è oggi caratterizzata da una* ***pluralità di sistemi diffusivi:*** *la loro simultanea presenza ed interazione sarà riflessa nel documento in modo tecnologicamente neutrale, con un confronto critico dei vantaggi e svantaggi di ciascuna tecnologia anche dal punto di vista economico;*
- *la* ***scarsità della risorsa costituita dallo spettro radio*** *e le complesse problematiche nazionali associate alla disponibilità di bande di frequenza nonché l'impiego di altri servizi nelle stesse bande, vanno messi accuratamente in conto.*

Si è deciso, per il presente contributo, di non introdurre idee per ***interventi di politica industriale,*** *quali proposte di politiche promozionali e di sovvenzioni atte a favorire la penetrazione dei servizi audio digitali. Queste politiche andranno peraltro considerate dalle competenti istituzioni per accelerare i processi di transizione.*

Per quanto il quadro esposto nel documento sia abbastanza complesso (sia per le implicazioni tecniche che per quelle "politiche"), le possibili raccomandazioni finali possono sintetizzarsi in pochi punti.

Si è infatti visto che in sostanza ci si può concentrare da un lato sul confronto DAB/DMB vs. DVB-H per quanto riguarda l'evoluzione della parte più importante della radiofonia verso il digitale e dall'altro sul destino che avranno le tradizionali bande impiegate nel passato (Onde Corte, AM ed FM).

In sintesi le possibili raccomandazioni di questo documento per lo sviluppo del mercato radiofonico possono essere così riassunte:

- *allo stato attuale non è possibile prendere una posizione netta a favore della soluzione DVB-H piuttosto che DAB/DMB perchè da un punto di vista tecnico sono relativamente comparabili e mancano ancora sufficienti prove sperimentali per caratterizzare le possibilità "indoor" ed in mobilità dei due sistemi, anche se certamente il sistema DVB-H è notevolmente più flessibile ed efficiente;*
- *oggi, sulla carta, appare un vantaggio a favore del DVB-H, in particolare se lo sviluppo delle radiofonia digitale si accompagnerà ad un successo dei servizi di Mobile-Tv: in ogni caso, ciò che va certamente raccomandato è che una soluzione DAB/DMB che partisse oggi seriamente in Italia dovrebbe quantomeno porsi l'obiettivo di nascere aperta alla versione DMB con abbandono progressivo del DAB puro, se si vuole avere un efficace sfruttamento dello spettro;*
- *premesso quanto sopra ed avvertiti gli investitori delle criticità cui vanno incontro, riesce difficile pensare che si possano frapporre particolare ostacoli all'avvio del DAB/DMB nella Banda L e, successivamente, nella Banda VHF-III (dopo il contestuale avvio della razionalizzazione delle trasmissioni televisive in questa ultima banda) secondo le indicazioni del presente Regolamento AGCOM, nè d'altra parte dare incentivi a questa soluzione se non in un quadro di neutralità tecnologica anche verso gli altri sistemi;*

- *va seguita con attenzione la possibilità di ulteriore flessibilità offerta recentemente dal DVB-H di inserirsi nelle canalizzazioni previste per il DAB/DMB;*
- *anche se complessa, occorre favorire la razionalizzazione e transizione analogico-digitale anche nelle bande FM e AM (finora trascurate) - nelle quali si continuerà a concentrare la maggioranza degli operatori radiofonici di piccole dimensioni - attraverso la tecnologia DRM, con inizio di immediate di sperimentazioni in AM e sollecitazione verso gli organismi internazionali per una rapida conclusione del processo di standardizzazione del DRM nella Banda FM;*
- *definizione, da parte di tutte le Istituzioni interessate, di regole certe per il "datacasting wireless" in grado di accompagnare lo sviluppo di tutti i nuovi sistemi;*
- *definizione del quadro regolamentare per la realizzazione di servizi integrati terrestri satellitari, con eventuali "gap-fillers", utilizzanti interfacce radio comuni alle soluzioni predette;*
- *richiesta, nell'ambito del Contratto di servizio alla RAI, di un maggior impegno del Servizio Pubblico Radiotelevisivo nello sviluppo e nella promozione delle nuove reti radiofoniche come elemento motore di una possibile rapida transizione.*

Nell'immaginare un intervento legislativo che accompagni l'evoluzione del mercato radiofonico non si può ignorare le esigenze industriali delle emittenti nazionali con buona capacità di raccolta pubblicitaria e di investimento. ma non è neppure possibile incoraggiare una tendenza protezionistica dello "status quo", limitando le potenzialità della convergenza digitale a scapito di un'efficiente utilizzazione dello spettro e della massimizzazione della capacità (e quindi del livello di pluralismo) disponibile.
Di conseguenza, bisognerà individuare meccanismi di carattere strategico che rispondano e disinneschino alcuni timori, analizzati nel documento, senza condizionare il naturale ed efficiente sviluppo del mercato. I meccanismi principali potrebbero essere:

- *l'eventuale valorizzazione di "Network Operator" indipendenti dai fornitori di contenuti, al fine di razionalizzare l'uso delle frequenze televisive presenti in Banda VHF-III, in grado di garantire uno sviluppo ordinato delle reti e di eliminare alcune barriere di carattere psicologico (e non solo) all'impiego di reti di operatori di rete controllati dai fornitori di contenuti;*
- *l'appoggio alla formazione di Consorzi per le infrastrutture (nazionali e/o regionali e/o provinciali).*

INDICE

1. PREMESSA E SCOPO DEL PRESENTE DOCUMENTO.....6

2. INQUADRAMENTO PRELIMINARE DELLE TEMATICHE AFFRONTATE.....7

3. SCENARIO DI MERCATO PER I SISTEMI RADIOFONICI DEL PROSSIMO FUTURO.....8

3.1 Stato attuale degli ascolti nelle diverse configurazioni e loro classificazione.....8
3.2 Ripartizione della catena del valore.....10
3.3 Evoluzione delle modalità di fruizione dell'informazione radiofonica ed il ruolo dei processi di convergenza.....12
3.4 Tipologie di servizi multimediali e piattaforme diffusive.....14
3.5 Servizi radiofonici per postazioni fisse ed evoluzione della postazione domestica verso prestazioni di qualità.....15
3.6 Servizi radiofonici per la nomadicità.....16
3.7 Servizi radiofonici per la mobilità.....16
3.7.1 Servizi radiofonici per autoradio.....17
3.7.2 Integrazione della diffusione radiofonica con la telefonia cellulare.....17
3.8 Considerazioni finali sullo scenario di mercato della radiofonia.....18

4. LE TECNOLOGIE PER I SISTEMI DI DIFFUSIONE PER RADIOFONIA DIGITALE.....18

4.1 I fondamenti dell'elaborazione digitale dei segnali radiofonici.....19
4.2 I vantaggi della digitalizzazione.....20
4.3 I vari sistemi proposti per radiofonia digitale.....21
4.3.1 I sistemi DAB (*Digital Audio Broadcasting)* e DMB (*Digital Multimedia Broadcasting*).....21
4,3.2 Il sistema ISDB.....22
4.3.3 Il sistema DVB-H (*Digital Video Broadcasting-Handheld*).....23
4.3.4 Il sistema MBMS (*Multimedia Broadcast Multicast Service*) per UMTS.....24
4.3.5 Diffusione di programmi radiofonici nell'ambito dello standard televisivo DVB-T.....24
4.3.6 I sistemi IBOC (*"High Definition-Radio")* e DRM (*Digital Radio Mondiale*).....25
4.3.7 Riepilogo dell'utilizzo delle bande nei sistemi di diffusione radiofonica *wireless* via terrestre.....26
4.3.8 I sistemi DAB-S (*Digital Audio Broadcasting - Satellite)* e DMB-S (*Digital Multimedia Broadcasting-Satellite*).....27
4.3.9 Il sistema DVBH-S (*Digital Video Broadcasting Handheld -Satellite)*.....27
4.3.10 Diffusione di programmi musicali nell'ambito dello standard televisivo DVB-S.....27
4.3.11 Riepilogo dell'utilizzo delle bande nei sistemi di diffusione radiofonica via satellite.....28
4.3.12 Diffusione di programmi musicali in ADSL e Fibra ottica.....28
4.4 Quadro comparativo delle caratteristiche tecniche dei vari sistemi di distribuzione di radiofonia digitale.....29

5. IL QUADRO DI RIFERIMENTO NAZIONALE ED I VARI VINCOLI.....30

5.1 Uso in Italia dello spettro elettromagnetico per i servizi radiofonici.....30
5.1.1 Banda AM (Onde Medie).....30
5.1.2 Banda FM - Modulazione di Frequenza (Banda II).....31
5.1.3 Banda VHF (Banda III).....31
5.1.4 Banda L.....32
5.2 Stato degli aspetti normativi della Radiofonia.....32
5.3 Stato e posizioni dei gestori radiofonici italiani nei riguardi della Radiofonia.....33
5.3.1 RAI.....33
5.3.2 Emittenti Nazionali con maggiore capacità di investimento.....34
5.3.3 Emittenti locali con limitata capacità di investimento.....34
5.4 Presumibili istanze dei gestori di servizi radiofonici.....35

6. ELEMENTI DI MEDITAZIONE PER UNA TRANSIZIONE VERSO LA RADIOFONIA DIGITALE NEL NOSTRO PAESE.....35

6.1 Considerazioni preliminari.....35
6.2 Scenario di riferimento per la transizione e considerazioni sulle evoluzioni della diffusione radiofonica.....36
6.2.1 Confronto tra sistema DAB/DMB e sistema DVB-H.....37
6.2.2 Considerazioni conseguenti.....39
6.3 La razionalizzazione e l'indipendenza dei gestori di rete ("*Network Operator*").....40
6.4 Ipotesi di gestione del transitorio in Italia in Banda VHF-III ed in Banda L.....42
6.5 Ipotesi di gestione del transitorio in Italia nelle Banda AM ed FM.....44
6.6 Necessità di un nuovo quadro regolamentare per la Radiofonia.....44

7. CONCLUSIONE.....45

8. ACRONIMI.....47

9. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....48

***Annesso 1 Cenni sulle codifiche di sorgente audio impiegate in radiofonia e Schede Tecniche*.....49**
***Annesso 2 Schede Tecniche dei vari sistemi di diffusione per radiofonia digitale*.....65**
***Annesso 3 DAB/DMB e DVB-H: tecnologie in competizione per servizi multimediali in mobilità*.....72**
***Annesso 4 Scenario internazionale per le politiche di sviluppo di radiofonia digitale*.....83**

1. PREMESSA E SCOPO DEL PRESENTE DOCUMENTO

Data la complessità degli scenari dei servizi radiofonici nella difficile fase di transizione dalla tecnica analogica a quella digitale, il problema delle pertinenti scelte strategiche è sentito in tutti i paesi industrializzati. Nel nostro Paese la transizione assume, tuttavia, connotati specifici, sia a causa della complessità della situazione in essere (affollamento ed anarchia nella banda FM, ridotte dimensioni di molti gestori, ecc.) sia dei necessari mutamenti della catena del valore associati alla fornitura di tali servizi [1]. Pertanto, la necessità di un'opportuna strategia che accompagni il cammino di transizione - coniugando economicità degli investimenti, razionalizzazione degli interventi e flessibilità nell'implementazione delle infrastrutture – risulta essenziale ed è espressa da tutti gli attori del settore, anche se con idee non sempre convergenti.

Il presente documento intende rappresentare un ***contributo AICT*** *(*Associazione "*super partes"* costituita da professionisti del settore ICT) per prospettare agli operatori della filiera radiofonica (fornitori di contenuti, gestori di infrastrutture, ecc.), alle associazioni di categoria ed agli organi istituzionali interessati, uno ***scenario di riferimento*** ed ***un apporto d'idee per possibili linee di intervento***, non vincolato ad interessi di parte od alla difesa di particolari categorie del settore, allo scopo di individuare le strategie che possano facilitare il cammino di transizione.

A tal fine il documento sviluppa la propria analisi assumendo le seguenti ***premesse*:**

- la richiesta di servizi e programmi audio configura un mercato caratterizzato da sua ***specificità e rilevanza;***
- l'informazione audio-radiofonica va oggi inquadrata nell'ambito della più ***generale fruizione dell'informazione multimediale,*** mantenendo peraltro, nell'ottica del presente documento, un chiaro confine tra le due forme;
- le ***modalità di fruizione*** dei servizi e programmi audio comprendono sempre più diverse situazioni logistiche (postazione fissa, mobilità, nomadicità), elementi che risultano fondamentali per la definizione dei sistemi diffusivi da impiegare;
- la diffusione radiofonica digitale è oggi caratterizzata da una ***pluralità di sistemi diffusivi:*** la loro simultanea presenza ed interazione sarà riflessa nel documento in modo tecnologicamente neutrale, con un confronto critico dei vantaggi e svantaggi di ciascuna tecnologia anche dal punto di vista economico;
- la ***scarsità della risorsa costituita dallo spettro radio*** e le complesse problematiche nazionali associate alla disponibilità di bande di frequenza nonché l'impiego di altri servizi nelle stesse bande, vanno messi accuratamente in conto.

Non fanno invece parte del contributo di idee del presente documento ***interventi di politica industriale,*** quali proposte di politiche promozionali e di sovvenzioni atte a favorire la penetrazione dei servizi audio digitali. Queste politiche andranno peraltro considerate dalle competenti istituzioni per accelerare i processi di transizione.

Per quanto riguarda la sua ***struttura espositiva***, il documento inizia con l'inquadramento sintetico dei molteplici aspetti che caratterizzano la transizione dall'analogico al digitale, con particolare riferimento al nostro Paese (§2); prosegue con lo scenario di mercato della evoluzione della radiofonia e delle sue varie modalità di fruizione (§3) e riassume sinteticamente la visuale tecnica dei diversi sistemi diffusivi digitali (§4). La parte finale del documento esamina la situazione italiana ed i relativi vincoli anche di carattere normativo (§5) e si propone infine di fornire alcune linee di meditazione per un possibile percorso di transizione nel nostro Paese verso la radiofonia digitale (§6) di cui una sintesi è riportata nelle Conclusioni (§7). Oltre ai Riferimenti bibliografici (§8) e ad un Glossario (§9), il documento è completato da alcuni Annessi con contenuti più specificatamente tecnici nonché da un quadro delle esperienze internazionali di radiofonia digitale.

2. INQUADRAMENTO PRELIMINARE DELLE TEMATICHE AFFRONTATE

Prima di entrare nell'analisi delle varie problematiche esaminate nell'intero documento è opportuno fornirne una visione di sintesi che si può riassumere come sotto indicato.

a) Evoluzione delle modalità di fruizione dell'informazione audio e definizione della catena del valore nel più generale contesto dell'evoluzione multimediale

Tale analisi è effettuata nel §3 allo scopo di arrivare ad una formulazione del quadro di riferimento del cammino di transizione.

Non va dimenticato che la convergenza dei *media* e dei terminali tende a favorire un'aggregazione di segmenti di mercato oggi differenziati (radio, TV, telefonia fissa e mobile, ecc.) e conseguentemente una concentrazione nelle mani dei *provider* più forti. Tale prospettiva può costituire una potenziale minaccia per il mercato della radiofonia e va pertanto individuato un percorso che tuteli il pluralismo, anche per riflettere istanze locali, senza peraltro frenare lo sviluppo tecnologico e di mercato.

b) Quadro di riferimento tecnico dei sistemi di diffusione per la radiofonia digitale nel quadro della convergenza dei media

Tale argomento è richiamato nel §4 per fornire, senza entrare in troppi dettagli tecnici, gli elementi caratteristici dei vari sistemi in grado di diffondere radiofonia digitale (specializzati od appoggiati ad altri sistemi quali televisione o cellulare), rimandando per tutti i relativi approfondimenti tecnici agli *Annessi 1, 2 e 3*. Il quadro viene anche corredato in ***Annesso 4*** da notizie su politiche e sperimentazioni internazionali di ciascun sistema, oltre quelle specifiche dello Annesso 3 per il confronto specifici tra due sistemi di particolare interesse. candidati.

c) Attuale assetto italiano per le bande assegnate alla radiofonia e quadro regolamentare

E' di notevole importanza avere ben presente la situazione di partenza italiana assai disastrata a confronto di altri Paesi. Tale aspetto, affrontato nel §5, mette in particolare evidenza come l'uso caotico e non regolare dell'etere che si fa al presente in Italia può risultare l'elemento che mette maggiormente a rischio la sopravvivenza dei principali "attori" del settore radiofonico.

d) Articolazione e razionalizzazione delle funzioni degli attori della catena del valore

La razionalizzazione dei gestori di rete ("*Network Operator")* e della loro indipendenza dai fornitori di contenuti è un problema di fondamentale importanza in Italia più volte affrontato, a livello politico, senza la necessaria decisione. Su tale argomento vengono espresse delle opinioni ed indicazioni nel §6. Solo se in Italia si sarà in grado di portare avanti una qualche soluzione innovativa a tale riguardo, sarà possibile ottenere, come a parole è nel desiderio di tutti, ottimizzazioni nello sfruttamento dello spettro e nei problemi di ecologia ambientale. Ne segue anche una migliore possibile apertura a nuovi attori nel campo dei contenuti, per di più evitando probabili condizionamenti occulti.

e) Possibili linee evolutive per la radiofonia, razionalizzazione dello spettro e nuovo quadro regolamentare

La razionalizzazione e la compatibilizzazione a livello internazionale dell'uso dello spettro radio-televisivo italiano deve costituire una componente strategica nel disegno complessivo della transizione analogico-digitale che non deve semplicemente essere considerata un cambio tecnologico per il "tutto digitale" ma anche una grande occasione per portare anche nel nostro Paese ad uno scenario razionale e ottimizzato dello spettro radio-televisivo.

La soluzione di quest'annoso problema deve rientrare a tutti gli effetti in una visione strategica della transizione che deve contenere come elemento essenziale una qualche proposta per il superamento di tale situazione. Il problema, affrontato nel § e sintetizzato in §7, è complesso e le possibili soluzioni devono tenere conto, da un lato, della necessità di una rapida razionalizzazione dell'uso delle risorse radio e, dall'altro, di un adeguato periodo di transizione e di adattamento che salvaguardi gli interessi della comunità degli attuali attori.

A tale riguardo, è importante, domandarsi cosa fare delle attuali bande assegnate ai servizi radiofonici. Vi sono le bande già assegnate e regolamentate per il DAB. Vi sono le bande utilizzate nell'ambito dei sistemi televisivi DVB-S e DVB-T/DVB-H per trasmissioni radiofoniche e di programmi musicali. Vi è infine la banda AM e la banda FM da utilizzare al meglio nel lungo transitorio e poi da ridefinire a regime. Per ognuna di queste situazioni occorre avere una risposta chiara (come si cerca di sviluppare nel §6) anche affrontando i nuovi problemi di regolazione che necessariamente ne conseguono.

Tenuto conto di tutto il precedente scenario e delle problematiche conseguenti, si può affermare che il modo in cui operare una gestione "morbida" del transitorio - ossia della costruzione di una "*road map*" per il "tutto digitale", attenta ai fattori tecnico-economici e ***priva di eccessivi privilegi per*** l***e sole problematiche televisive,*** è il vero "problema" italiano in questo campo, al fine di evitare di ritrovarsi a regime in una nuova situazioni caotica.

Peraltro, da tutto quanto sopra accennato, lo spazio entro cui individuare un cammino di evoluzione risulta certamente assai variegato, anche perché nel precedente elenco mancano una serie di domande relative alla politica industriale da seguire in Italia.

Al fine di contenere la complessità del problema, è tuttavia possibile fare alcune affermazioni che si presuppone debbano trovare una convergenza di opinioni a tutti i livelli e che limitano le alternative nelle possibili scelte strategiche.

- E' da ***escludere che l'Italia possa concepire e proporre un suo sistema tecnico*** di diffusione radiofonica digitale sia per la mancanza di un'industria consumer per i ricevitori sia per la presenza di un vasto parco automobilistico che monta di serie autoradio di fabbricazione tedesca, inglese o giapponese (quest'ultime progettate per il mercato europeo). Per la stessa ragione è più che mai opportuno adeguarsi alle canalizzazioni radio a livello europeo per evitare versioni "customizzate" di ricevitori.
- E' di fondamentale importanza considerare la presenza del ***ricco mercato italiano dei cellulari*** e delle loro possibili nuove applicazioni, in quanto essi possono pienamente partecipare e spingere nuove modalità di ricezione della radiofonia. Tale aspetto può avere importanti conseguenze sulla scelta dei sistemi vincenti di diffusione, soprattutto per ragioni di carattere economico, come viene discusso nel §6.
- Occorre tenere ben presente che, anche a regime, non esisterà un particolare sistema di diffusione radiofonica digitale che potrà considerarsi nettamente prevalente sugli altri. Per tutta una serie di ragioni che discendono dalla convergenza occorre essere preparati ad accettare una ***molteplicità di sistemi diffusivi,*** specie quando ci si può appoggiare a basso costo a piattaforme già esistenti per altre applicazioni (televisive prima di tutto). Ciò non esclude che, nelle scelte degli standard, si possa dare particolare attenzione a quei sistemi che si presentano con un complesso di caratteristiche vincenti per operare una possibile razionalizzazione del panorama della diffusione radiofonica.
- Occorre scoraggiare**,** alla luce delle evoluzioni tecnologiche e di quelle in corso sulla catena del valore**,** l'integrazione verticale dei "*Providers"*, ad evitare anche una posizione tipicamente italiana in cui ***"tutti vogliono fare tutto".*** Sembra più giusto che i vari attori accettino di prepararsi a giocare ruoli più circoscritti e specifici quali, ad esempio, quello di solo fornitore di contenuti radiofonici o di solo *carrier,* cercando di individuare delle formule che li garantiscano opportunamente.

3. SCENARIO DI MERCATO PER I SISTEMI RADIOFONICI DEL PROSSIMO FUTURO

3.1 STATO ATTUALE DEGLI ASCOLTI NELLE DIVERSE CONFIGURAZIONI E LORO CLASSIFICAZIONE

E' utile, innanzitutto, considerare le forme di ***classificazione*** inerente ai servizi radiofonici.

- Una prima classificazione si riferisce alla ***tipologia di ascolto*** ed i dati di sintesi raccolti da da "*Audiradio*" nel 2004, affermano che gli ascoltatori superiori agli 11 anni sono circa

46.611.000 e che, fra questi poco più del 50%, ossia 23.408.000 (di cui 13.955 maschi e 9.453 femmine), ascoltano la radio fuori casa, in condizioni di mobilità e/o nomadicità. Un maggior dettaglio è riportato in Tab. 1:

Tab. 1 Distribuzione degli ascolti per tipologie non stanziali[1]

In automobile	*19.423.000*
In un locale pubblico	*1.228.000*
Luogo all'aperto (stazione, aeroporto, ecc)	*1.204.000*
In un negozio/centro commerciale	*737.000*
Sul luogo di lavoro o studio	*4.196.000*
Non ricorda	*346.000*

con uno spaccato rilevato per area geografica e per grado di istruzione riportato in *Tab. 2 e Tab. 3:*

Tab. 2 Spaccato per area geografica dell'ascolto della radio

Nord Ovest	*Nord Est*	*Centro*	*Sud Isole*
6.377.000	*4.576.000*	*4.741.000*	*7.714.000*

Tab. 3 Spaccato per livello di istruzione dell'ascolto della radio

Università/ Media superiore	*Media/Media inferiore*	*Elementare/ nessuno*
15.059.000	*6.781.000*	*1.568.000*

- Un altro elemento di classificazione dei segmenti di mercato è quello che fa riferimento alla ***tipologia dei programmi.***
  In primo luogo occorre suddividere i ***programmi nazionali*** da quelli ***locali.*** E' evidente che i primi, rivolgendosi ad una massa d'utenza distribuita dovunque sul territorio, dovranno rispondere ad esigenze di carattere generale e cioè musica classica o leggera di respiro internazionale o nazionale, notizie d'interesse nazionale, programmi culturali, inchieste, meteo generali, notiziari sul traffico relativo alle grandi direttrici degli spostamenti, programmi d'intrattenimento di gran richiamo, programmi che coinvolgono il cosiddetto "grande pubblico", chiamato eventualmente ad interagire via telefono, ecc. I secondi, invece, più concentrati sulle realtà locali tipiche d'un bacino d'utenza d'ampiezza limitata (al massimo, regionale), favoriranno la musica di tradizione locale, le notizie della zona, le meteo locali, le informazioni sul traffico nella viabilità d'interesse locale o addirittura cittadina, programmi di coinvolgimento di segmenti di pubblico più "specializzato", ecc. Ai programmi locali potranno inoltre essere associate trasmissioni dati *("datacasting")* di stretto interesse locale.
  In quest'ambito una distinzione importante che in Italia ha sfortunatamente poco seguito è quella che distingue tra ***programmi "generalisti"*** (ovvero radiofonia classica con palinsesti molto variati) e ***programmi "tematici"*** (cioè specializzati su contenuti specifici quali musica di vari generi, prosa, informazione, cultura, ecc.).
- Un'ulteriore classificazione può infine riguardare i cosiddetti ***"modelli di business"*** e più precisamente il cosiddetto ***modello "comunitario"*** (quali ad es. *Radio Radicale* e *Radio Maria*) esplicitamente previsto dalla legislazione nazionale, in cui un'emittente senza fini di lucro, non a pagamento e senza introiti pubblicitari e che risulti espressione di una

[1] La somma degli ascoltatori delle voci di "ascolto fuori casa" (in automobile, sul luogo di lavoro, ecc.) supera il totale degli ascoltatori fuori casa sopra menzionato (23.408.000), in quanto uno stesso ascoltatore può concorrere in più voci.

"comunità" riceve facilitazioni e sussidi dallo stato; il ***modello commerciale***, nel quale i contenuti sono trasmessi "in chiaro" ("*free to air*") e gli introiti sono derivati dai ricavi della pubblicità; il ***modello "pay",*** nel quale i contenuti vengono trasmessi in forma protetta e l'utente effettua un pagamento per anno con una vasta scelta tra palinsesti oppure per singolo programma nel caso di film o avvenimenti sportivi. Vanno infine ricordati i "***modelli misti",*** com'è la RAI in Italia, che combinano il modello di televisione pubblica (finanziata cioè dal canone) con quello commerciale.

3.2 RIPARTIZIONE DELLA CATENA DEL VALORE

Con il termine ***"catena del valore"*** di un servizio radio o televisivo digitale (o più in generale di servizi multimediali) si definisce l'insieme delle funzionalità (produzione, trasporto, multiplazione, diffusione, ricezione) necessarie alla realizzazione del servizio medesimo (Fig. 1).

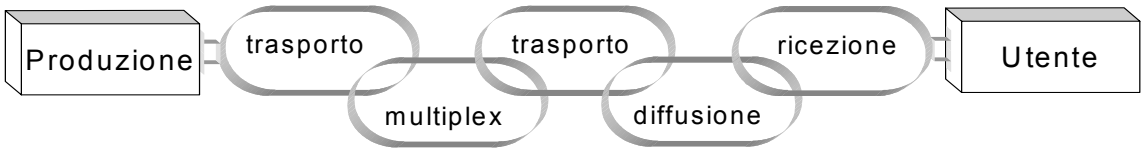


Fig. 1 La Catena del Valore della radiofonia

Le funzionalità della catena del valore sono volte a permettere la comunicazione Produzione – Utente che costituisce lo scopo del servizio. La catena dipende da una varietà di "fornitori di servizi tecnici" la cui funzionalità condiziona la qualità del servizio. La concatenazione di ciascuna funzionalità garantisce, infatti, il servizio nel suo complesso e la disfunzione di una sola di esse lo compromette.

Gli aspetti di preminente interesse della Catena del Valore di un servizio radiofonico (o televisivo) digitale, sono quelli che contraddistinguono, secondo le ***definizioni della regolamentazione corrente:***

a) *"fornitore di contenuti radiofonici"*: il soggetto che ha la responsabilità editoriale nella predisposizione dei programmi radiofonici e dei programmi-dati destinati alla diffusione anche ad accesso condizionato su frequenze terrestri in tecnica digitale e che è legittimato a svolgere le attività commerciali ed editoriali connesse alla diffusione dei suoni e dei relativi dati;
b) *"fornitore di servizi":* il soggetto che fornisce, attraverso l'*operatore di rete,* servizi al pubblico di accesso condizionato mediante distribuzione agli utenti di chiavi numeriche per l'abilitazione alla fruizione dei programmi, alla fatturazione dei servizi ed eventualmente alla fornitura di apparati, ovvero che fornisce servizi della società dell'informazione[2], ovvero fornisce una guida elettronica ai programmi;
c) *"operatore di rete":* gestione della rete di telecomunicazione per la distribuzione e la diffusione dei segnali nonchè delle cosiddette "reti di contributo" (convogliamento di programmi verso la regia centrale).

Le precedenti definizioni non sono, peraltro, molto felici per una non chiara separazione tra il "*Produttore di singoli contenuti"* e l'importante funzione di "*Aggregatore di contenuti*" (che gioca un ruolo fondamentale nel successo, o meno, di un'offerta di servizi), ambedue figure assai importanti nella catena del valore. Inoltre, a livello internazionale, il termine "*Service Provider*"

[2] Ai sensi dell'articolo 1, numero 2, della direttiva n. 98/34/CE, come modificata dalla direttiva n. 98/48/CE,

(Fornitore di Servizi) è solitamente legato alla funzione di aggregatore ed editore di contenuti e non a quella di fornitore di servizi tecnici che può considerarsi una funzione ancillare (e tipicamente moderna) del "*Service Provider*" propriamente detto. Per queste ragioni nella Fig.2 si è preferito riferirsi alle definizioni internazionali.

Si noti infine che tra le tratte di trasporto e diffusione dei segnali, è collocato il ***"playout",*** ossia il luogo di aggregazione di più programmi in un unico *multiplex* per essere diffusi in blocco, ciò che risulta una caratteristica tipica dei sistemi audiovisivi digitali. La formazione del *multiplex,* a seconda delle circostanze ed organizzazioni, può essere una responsabilità dell'aggregatore di contenuti (programmi del medesimo editore) o dell'Operatore di rete (programmi di editori diversi).

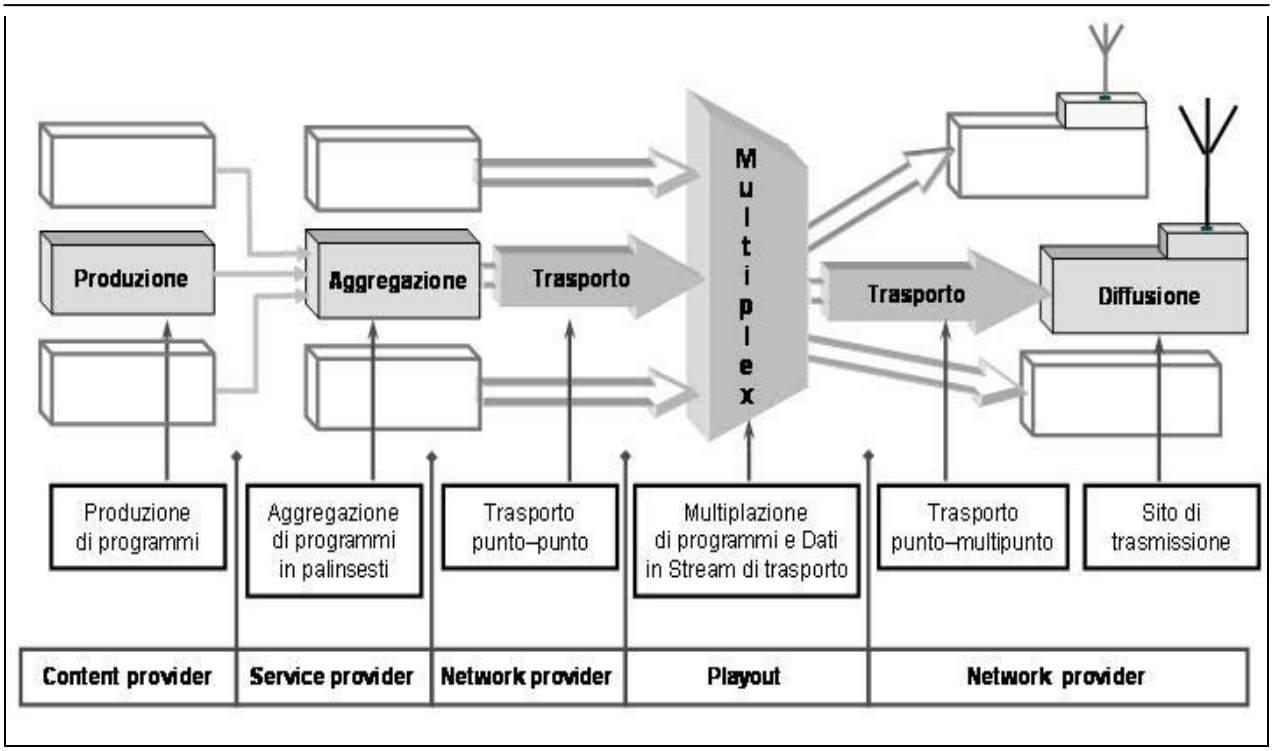


Fig. 2 Elementi specifici della Catena del Valore nei servizi radio e televisivi digitali

In Italia il parco delle maggiori emittenti radiofoniche e televisive, è costituito da aziende ***"integrate verticalmente",*** ovvero che creano i contenuti, provvedono all'aggregazione degli stessi ed alla loro commercializzazione, realizzano le reti in grado di trasportare e diffondere l'informazione audiovisiva agli utilizzatori finali. L'integrazione verticale è un modello industriale mutuato dalle grandi emittenti pubbliche dei decenni trascorsi e prevede la convivenza, nella stessa struttura societaria, di un'industria di TLC, una struttura giornalistico/culturale e di un'azienda produttrice di spettacoli (cinematografici o teatrali). Questa impostazione aveva la propria ragion d'essere in un mercato pionieristico o ancora in fase di definitivo assestamento, in cui la tecnologia giocava un ruolo dominante e le aziende si dedicavano a "riempire" di contenuti il mezzo tecnologico (il sistema tecnico di diffusione dei segnali) che costituiva la vera missione dell'azienda medesima. Questo modello ha però perso la sua ragione di essere nell'assetto di maturità del sistema, divenendo inoltre difficilmente praticabile in un ambiente digitale e vi è ragione di ritenere che i vantaggi apportati da una separazione di compiti possano essere notevoli. Il discorso verrà ampiamente ripreso nel §6.3.

3.3 EVOLUZIONE DELLE MODALITÀ DI FRUIZIONE DELL'INFORMAZIONE RADIOFONICA ED IL RUOLO DEI PROCESSI DI CONVERGENZA

La transizione dei servizi e programmi radiofonici dall'analogico al digitale comporta, al di là degli aspetti legati alle diverse tecniche di diffusione e ricezione, anche la nascita di ***nuovi paradigmi di servizio*** associati alle modalità di fruizione dell'informazione radio.

Infatti, la moderna diffusione radiofonica digitale consente, se desiderato, di complementare il segnale audio con informazioni d'altra natura, di permettere forme d'interattività con l'emittente, di esercitare un controllo sulla resa temporale dell'informazione ed ancora altri tipi di servizi.

La misura in cui questi paradigmi verranno accettati ed utilizzati dagli utenti ***determinerà nel tempo lo scostamento dal concetto di "radio classica",*** intesa come ricezione di sola informazione audio unidirezionale. In dipendenza dei casi, tale scostamento può al limite anche configurare una completa integrazione della componente audio in un sistema diffusivo multimediale inteso nella piena accezione del termine.

Le ***evoluzioni*** che si possono facilmente prevedere sono quelle descritte nel seguito.

A) INTEGRAZIONE DEL SEGNALE AUDIO RADIOFONICO CON ALTRI MEDIA (DATI E VIDEO)

Con le tecniche digitali, la divisione tra monomedialità e multimedialità è legata solo alla sincronizzazione di flussi informativi all'interno di un multiplex. Ciò permette di creare con facilità servizi con mix di "media" differenziati, ottenendo risultati "quasi radiofonici" o "quasi televisivi", corredando il programma principale radiofonico con informazioni dati ovvero con informazioni di immagini. Questi nuovi servizi sono destinati ad una varietà di terminali più o meno dotati di sistemi di restituzione audio e video. Tra questi primeggiano i terminali per telefonia mobile, dotati di schermo di buona qualità (anche se di piccole dimensioni) tastiera e, naturalmente un ottimo canale di ritorno. Non sono da trascurare però le autoradio che, quando abbinate a navigatore satellitare, vengono dotate di schermo a qualità televisiva.

B) INTERATTIVITÀ

Attraverso un opportuno "***canale di ritorno"*** (anche di natura completamente diversa da quello del sistema diffusivo impiegato) ed un'adeguata interfaccia con l'utente, tutti i servizi radio digitali possono divenire interattivi.

Naturalmente un canale di ritorno non rientra nella tradizione di un terminale radiofonico. Tuttavia la fruizione della radiofonia da terminali "non radiofonici" (telefonini, set top box televisivi, PC) apre la strada dell'interattività anche alla radiofonia.

C) NUOVI PARADIGMI DI COMUNICAZIONE (BROADCAST, MULTICAST, UNICAST).

Radiofonia e televisione sono tradizionalmente diffusi con ***paradigma broadcast*** ("*da uno a tutti*") che diviene ***multicast*** (*"da uno a molti")* se esistono vincoli alla completa diffusione circolare costituite da sistemi di accesso condizionato. Il paradigma *broadcast* è tipico dei servizi gratuiti ("*free to air*"), quello *multicast* è generalmente riferito a servizi a pagamento ("*pay"*) o comunque destinati ad un'utenza riservata.

La tecnologia digitale apre la strada anche ad un nuovo paradigma, finora tipico della comunicazione interpersonale (telefonia e videoconferenza fisse o mobili). Il paradigma è quello ***"unicast"*** (ovvero *"da uno ad uno"*) che corrisponde alla radio (o televisione) "*on demand"* ovvero un programma "messo in onda" per un solo utente e richiesto da quest'ultimo in un determinato istante temporale e per mezzo del quale un ascoltatore userà il mezzo a proprio piacimento, interagendo esattamente come in Internet, creando un palinsesto personalizzato di programmi e usufruendone secondo i propri ritmi di vita, oggi molto spesso asincroni rispetto al passato.

La radiofonia *"on demand"* è sicuramente il servizio più innovativo per un futuro prossimo, ma la grande quantità di banda necessaria, tenderà a favorirne lo sviluppo solo nell'ambiente in cui la banda non rappresenta un problema. Si tratta naturalmente dell'ambiente IP (ovvero Internet) su rete fissa (eventualmente esteso ad aree *wireless*), dove il paradigma *unicast*

costituisce la regola mentre il *multicast* (o *broadcast)* l'eccezione. Pertanto la radio (o televisione) *"on demand "* costituisce la naturale evoluzione multimediale del servizio Web.

In alternativa alla tipologia *"on demand",* un paradigma interessante e di presumibile sicuro successo per le reti radio è quello che prevede il ***controllo sulla resa temporale dell'informazione***. La fruizione di un servizio, infatti, può avvenire in *"real-time"* se attuata al momento della diffusione o *"shifted time"* se memorizzata dal terminale ricevente (*downloading)* e restituita su comando dell'utente. Questo paradigma è applicabile sia a servizi *"free to air"* che *"pay"* ed è a quasi esclusivo carico delle capacità del terminale ricevente, restando a carico dell'emittente solo la trasmissione d'informazioni per l'identificazione dei palinsesti.

l fenomeno trova di recente lo sviluppo più interessante su Internet, con il cosiddetto ***"PodCasting",*** che ha generato un nuovo concetto di radio.

Il nome *Podcasting* ("*Personal option digital casting*") richiama i termini broad*casting*, web*casting* ed i*Pod,* il piccolo lettore digitale prodotto da Apple[3]. Il *PodCasting* è un sistema che permette di scaricare in modo automatico brevi palinsesti audio (recentemente anche video), chiamati "*podcast*", messi a disposizione su siti WEB, siti di news o *blog,* utilizzando un semplice *client* gratuito. I palinsesti sono prodotti da radio (TV) tematiche virtuali. I contenuti vengono aggiornati con cadenza periodica ed il "terminale" li tiene a disposizione per l'utente che li ascolterà in modo asincrono.

Il *PodCasting* impiega una tecnologia sostanzialmente esistente in modo nuovo: sfrutta, infatti un formato dati (chiamato *RSS - Really Simple Syndication*) usabile senza problemi in Internet, per trasferire file audio/video (per l'audio MP3, AAC, ecc.) da un sito a un computer, e poi a un lettore digitale.

Sono molte le società che stanno investendo nei contenuti *PodCasting*, che stanno rivoluzionando la diffusione radiotelevisiva via Internet, anche con il contributo del nuovo *iPod Video*, lanciato alcuni giorni fa dalla Apple. Questo nuovo paradigma di utilizzo potrebbe essere realizzato anche nelle emissioni via etere, sotto forma di *"data carousel"* (trasportato cioè nei *multiplex* DVB-H, DMB, ecc.) e ciò offrirebbe importanti opportunità alle radio tematiche - a patto che l'industria realizzi adatti terminali - quali l'abbattimento dei costi di messa in onda ed il raggiungimento totale dell'utenza.

L' esempio del *Podcasting* dimostra come l'avvento della piattaforma IP abbia in pochi anni rivoluzionato il mercato dei servizi di comunicazione, rendendo possibili servizi prima impensabili e favorendo convergenze sempre più profonde fra tipi di "*media"* in passato reciprocamente impermeabili. E' dunque questo lo scenario su cui dovrà muoversi una radio digital che dovrà appoggiarsi a piattaforme tecnologiche che maggiormente favoriscono tale processo d'integrazione. Ad esempio, una piattaforma che consenta una forte integrazione sia con la televisione che con Internet, non solo in modalità stanziale, ma anche in situazioni di nomadicità/mobilità - attraverso un'altrettanta forte integrazione con i servizi di telefonia cellulare - presenta sicuramente dei grandi vantaggi.

Tutto questo renderà possibile lo sviluppo e la commercializzazione di nuovi servizi interattivi e multimediali per gli utenti, con ricadute positive sul mercato dei *Content Provider,* dei *Service Provider* e dei *Network Operator.*

Naturalmente in tutto questo c'è un "rovescio della medaglia", rappresentato dal ***grande problema della difesa dei diritti d'autore:*** occorrerà quindi che, in parallelo agli sviluppi tratteggiati, si perfezionino, si standardizzino e si diffondano opportuni protocolli di ***DRM*** ("*Digital Rights Management"*)[4], le cui soluzioni sono peraltro già in fase molto avanzata con

[3] Il nome Podcasting è apparso per la prima volta nell'articolo "*Audible Revolution*" del "*The Guardian*" del Febbraio 2004. [http://technology.guardian.co.uk/online/story/0,1145689,00.html]

[4] Tale nome, pur coincidendo la sigla, non va assolutamente confuso con il **DRM- DIGITAL RADIO MONDIALE** che è un importante sistema di radiofonia digitale per onde medie, corte e lunghe, trattato nel §4.3.6.

conseguenti normative ed opportune interfacce hardware e software che ne possano facilitare l'applicazione.

Tutte le alternative di comunicazione digitale vanno infatti inquadrate in un generale ***processo di convergenza*** che, sempre più, tende a definire il "*broadcasting audio"* come una *"diffusione di contenuti a limitato impatto visivo"* (musica e "*talk radio*" ma anche video-clip e brani scaricati da Internet con piattaforme *"Podcast-like"*), con un interesse per quella fascia di applicazioni che non deve però tendere a ***sconfinare nella multimedialità propriamente detta*** che rappresenta un tipo di servizio diverso e che esula dagli scopi del presente documento.

Per concludere: è opportuno, nonostante tutto, tenere ben presente che il forte quadro evolutivo, le applicazioni di *downloading,* l'interattività, ecc non devono necessariamente far pensare ad un completo cambiamento, a medio termine, del ***paradigma radiofonico*** in quanto esso, pur con tutte le sue evoluzioni, resterà, per una larga udienza ed ancora per molto tempo, sostanzialmente vicino agli attuali modi di fruizione, in particolare in mobilità veicolare.

In ogni caso, senza sminuire la rilevanza di questioni come quelle dei nuovi linguaggi, dei nuovi generi radiofonici e delle nuove esigenze degli utenti, tutte le nuove evoluzioni anzidette tenderanno a prescindere dalle particolari piattaforme e non interferiranno in modo sostanziale con quanto sarà detto nel seguito sullo scenario tecnologico e sulla scelta delle piattaforme più idonee.

3.4 Tipologie Di Servizi Multimediali E Piattaforme Di Diffusione

Per affrontare la transizione della radiofonia verso il digitale, occorre confrontare le piattaforme che la tecnologia mette a disposizione per i servizi multimediali con le tipologie dei vari servizi (radio, televisione, cellulare, ecc.) richieste dal mercato, tenendo in conto quanto sia veloce la variabilità del mercato stesso e quali siano i *trend* che "comandano" nella sua evoluzione. Ciascuna delle categorie menzionate nel §3.1, infatti, determina esigenze che condizionano il tipo di piattaforma tecnologica impiegata, richiedendo:

- parametri di qualità differenti in funzione del servizio fornito;
- bacini d'utenza differenziati;
- modalità d'ascolto diverse;
- costi accettabili dei sistemi riceventi in funzione del servizio fruito.

Si pensi, ad esempio, a quanto è cresciuta la fruizione in mobilità, sviluppata fino ai livelli attuali, rispetto a quella stanziale e di come stiano diventando sempre più importanti le modalità di *downloading.* Siamo di fronte ad un fenomeno simile a quello che ha caratterizzato la trasformazione della telefonia nell'evoluzione dal fisso al mobile.

Nasce allora l'interrogativo se sia opportuno che i servizi radiofonici si sviluppino con soluzioni tecnologiche proprie (come è stato tradizione dell'ambiente analogico), oppure si appoggino a ***piattaforme polivalenti*** per varie forme servizi (televisione, cellulare, ecc.). In quest'ultimo caso è inevitabile, per la radiofonia, un destino di "ospite" nelle piattaforme, essendo il dimensionamento di una piattaforma tecnologica di tale natura inevitabilmente fatto sui servizi più "esigenti".

In compenso, usufruire di piattaforme dimensionate per altri servizi comporta ***considerevoli risparmi negli investimenti***. L'ambiente digitale, infatti, valorizza la possibilità che la radiofonia sia veicolata, con costi ridotti da piattaforme tecnologiche studiate per il video e questo è valido sia in ambiente di diffusione terrestre che satellitare o tramite Internet, a causa di una richiesta di banda pari ad una piccola frazione di quella richiesta per un servizio video e della analogia dei paradigmi si servizio tra radio e televisione.

La previsione più ragionevole vorrebbe quindi che le piattaforme non si sviluppassero in funzione dei generi (radiofonico vs. televisivo vs. applicazioni IP) ma su specifiche tecniche a

carattere polivalente. Di questo, come si vedrà in seguito, il DVB-H costituisce un eccellente esempio.

Sempre in tema di ragionevoli previsioni, un'inevitabile ***differenziazione delle tecnologie d***i ***piattaforme di diffusione terrestre*** potrebbe avvenire tra quelle dedicate all'utenza fissa e quelle per l'utenza mobile.

La mobilità su piattaforme terrestri, infatti, ha un costo di rete tipicamente doppio di quello di una piattaforma dedicata all'utenza fissa (ma questo fattore può variare fortemente a seconda che si voglia servire ricevitori all'interno delle abitazioni oppure autoradio con antenne esterne), pur trasportando una capacità fino a 5 volte inferiore a parità di banda (esempio 4.5 Mbit/s per il DVB-H contro 24 Mbit/s per il DVB-T con ricezione fissa). Il maggior costo deriva dalla maggior potenza e dal maggior numero dei trasmettitori impiegati per i servizi mobili a causa della criticità del canale trasmissivo: attenuazione subita dai segnali a causa degli ostacoli naturali e degli edifici, riflessioni ed interferenze, minore guadagno delle antenne "miniaturizzate". Mentre nel caso del video la riduzione dell'efficienza spettrale è compensata dai minori requisiti di definizione dell'immagine (tipicamente il formato cosiddetto *QCIF* (vedi Acronimi in §8) è sufficiente per essere visualizzato sul piccolo schermo di un cellulare, con un corrispettivo bit-rate di circa 300 Kbit/s in MPEG-4), questo non si applica all'audio, dove la ricezione mobile ha requisiti di qualità non molto diversi rispetto alla ricezione fissa. Anche di questo fatto il DVB-H costituisce un buon esempio come peraltro anche il DAB/DMB.

Le piattaforme radiofoniche satellitari, che hanno visto negli ultimi anni un buon successo negli Stati Uniti e in Giappone/Corea, richiedono un discorso a parte. Per la ricezione domestica fissa sono utilizzate antenne paraboliche di grande guadagno e direttività, e i satelliti (in banda Ku e Ka) sono posizionati molto vicini sull'orbita geostazionaria. Per la ricezione in auto (escludendo alcune soluzioni di alto costo) e con terminali di telefonia cellulare le antenne disponibili offrono una protezione dalle interferenze troppo bassa per poter ricevere gli stessi satelliti dei servizi fissi. Si devono pertanto utilizzare satelliti *ad-hoc* (con grande separazione orbitale, e in alcuni casi non geostazionari) e gamme di frequenze specifiche (es: la porzione di banda L assegnata in Europa al DAB da satellite). Tuttavia, se la copertura via satellite di vasti territori rurali e dei percorsi autostradali è soddisfacente e a basso costo, il servizio viene perso quando l'antenna ricevente non è in vista diretta del satellite: in auto in aree urbane, montane e nei tunnel, e in particolar modo nelle abitazioni. Si deve quindi ricorrere a reti ibride terrestre/satellite per la copertura completa nelle varie tipologie di ricezione.

Per la diffusione radio su frequenze sia terrestri che satellitari è pertanto chiaramente ipotizzabile lo sviluppo di piattaforme per la mobilità che ospiteranno gran parte dei servizi radiofonici nonché servizi televisivi di bassa risoluzione ed alto valore aggiunto, accanto alle esistenti piattaforme per la ricezione fissa che ospiteranno in prevalenza servizi televisivi di alta qualità (senza escludere radio anch'esse di alta qualità) come sviluppato in maggior dettaglio nei paragrafi seguenti.

3.5 Servizi Radiofonici Per Postazioni Fisse Ed Evoluzione Della Postazione Domestica Verso Prestazioni Di Qualità

Un primo interrogativo è se la radio digitale per veicolare i suoi programmi all'interno delle abitazioni è conveniente ed utile che si appoggi a tutte le reti oggi esistenti per servizi multimediali che oggi convivono, competono e si sovrappongono (quali i sistemi DVB-S, DVB-T, IP su fibra e ADSL, ecc.) o solo ad alcune di queste ed in particolare a quelle specificatamente dedicate alla radiofonia (fissa e mobile) quali le reti DAB/DMB (vedi §4).

Per tutta una serie di ragioni è senz'altro opportuno ed auspicabile, date le caratteristiche di trasparenza dei moderni sistemi digitali all'informazione di qualunque tipo, che i molteplici sistemi diffusivi multimediali che oggi raggiungono le abitazioni siano *anche* ***in grado di dare servizi radiofonici e/o canali musicali tematici di qualità, "free" o "pay".***

La scelta della/delle reti d'accesso potrà avvenire in funzione delle eventuali economie di scala consentite, delle specifiche "vocazioni" per le quali sono nate e dei prevedibili sviluppi a medio termine.

Una delle fondamentali ragioni che consigliano tale indirizzo è che nello scenario della ricezione domestica, si assiste oggi ad un certo capovolgimento delle tendenze del passato di distribuire nella casa più punti di ascolto e di visione e si fa strada l'idea - anche in virtù dell'introduzione dei grandi schermi piatti e del fatto che i vari apparati di ricezione e decodifica devono essere in prossimità uno dell'altro - di un ***punto principale di convergenza dei sistemi di fruizione dei servizi audio-video*** (quasi una sorta di nuovo focolare domestico) e più in particolare di televisione, *home theatre,* audio Hi-Fi, Internet, con relativa forte integrazione degli apparati dedicati a questi servizi. In particolare sussistono ormai le condizioni per una postazione unica di ascolto audio di qualità, dove sono concentrate molte funzioni multimediali di qualità: l'abbattimento dei costi e la miniaturizzazione degli apparati e degli altoparlanti, senza rinunciare ai canoni della HI-FI, permettono infatti di rendere disponibili, a prezzi particolarmente convenienti, terminali d'ascolto di qualità (provvisti anche di tecniche "*surroundings")*, con cui risulta molto facile riprodurre i segnali audio indifferentemente da CD (musicali o con file MP3), VCR, DVD, Televisione e Radiofonia.
Naturalmente sarebbe di gran lunga preferibile che il terminale radio ed il decoder del "centro d'ascolto" ("***set top box"***) fossero compatibili con varie piattaforme di diffusione, piuttosto che i programmi vengano diffusi in *simulcast* sia sulle piattaforme di diffusione ricevibili dal terminale domestico, sia su quelle per terminali mobili (senza contare Internet e satellite). Particolare attenzione andrebbe posta, quindi, alla compatibilità dei terminali fissi con il servizio mobile, per evitare inutili e costosi simulcast dei programmi. Per questo, tuttavia occorrerà superare qualche resistenza. Esperienza negativa, a tale riguardo, è la mancata diffusione di *set top box* televisivi compatibili DVB-T - DVB-S, anche se oggi sarebbero realizzabili con costi aggiuntivi irrisori.
Infine, la casa cablata e la prevedibile diffusione dei sistemi locali di distribuzione di dati con tecniche *wireless* ***consentiranno di recuperare la molteplicità dei punti d'ascolto e la contemporanea fruizione di contenuti diversi in ambienti differenti***, realizzando una certa possibilità di "nomadicità" casalinga (vedi §3.6).
La radio digitale, in tal modo, si presterà ancor meglio a questo doppio e divergente processo costituito dalla concentrazione della postazione principale e dalla contemporanea distribuzione *ubiquitaria* dei programmi nell'appartamento, con esigenze di qualità differenti e con vocazione anche alla fruizione di servizi interattivi che trovano nella rete Internet il punto di massimo utilizzo.

3.6 SERVIZI RADIOFONICI PER LA NOMADICITÀ

I servizi nomadici sono intermedi fra quelli fissi e quelli mobili, nel senso che presentano alcune delle caratteristiche tipiche di entrambi.
Si tratta di servizi abbastanza coinvolgenti, sul piano della qualità dell'ascolto e su quello della fruizione di particolari servizi interattivi, ma che richiedono apparati riceventi trasportabili agevolmente, anche se sono poi usati in condizioni di stazionarietà. Si fa in particolare riferimento, a titolo indicativo, a ricevitori radio, ad alimentazione autonoma, con antenna incorporata, dotati d'altoparlanti di discreta qualità o cuffie (sempre più *wireless*) per quelli di piccole dimensioni o, più modernamente, a PC notebook (con altoparlanti o cuffie), dotati di apposita scheda di sintonizzazione e decodifica, anche in grado di collegarsi alla rete cellulare o WiFi o WiMax per attivare sessioni radiofoniche in tutto il mondo, eventualmente interattive.
Naturalmente, come tutti coloro che "stanno in mezzo" i sistemi nomadici risentono dell'interazione dei sistemi fissi e mobili, e non è ancora chiaro se un sistema nomadico si appoggerà alle piattaforme per il fisso, per il mobile od a entrambi.

3.7 SERVIZI RADIOFONICI PER LA MOBILITÀ

3.7.1 SERVIZI RADIOFONICI PER AUTORADIO

Il servizio radiofonico per eccellenza in mobilità è stato per anni quello fornito dalle autoradio. Finora s'è trattato d'un servizio analogico, prima solo sulle bande dell'Onde medie (AM) ed Onde lunghe (LW), poi anche nelle bande UHF per FM, con evoluzione dal monofonico allo stereofonico.

Naturalmente, al crescere della qualità audio dei programmi radio trasmessi, parallelamente si è evoluta quella dei ricevitori e dei sistemi d'ascolto a bordo delle auto, con impianti di riproduzione di tutto rispetto. Si hanno oggi auto equipaggiate con ricevitori comprendenti riproduttori di cassette, di CD e DVD, anche di tipo jukebox, con sistemi d'ascolto multicanale e multicasse, per trasformare l'abitacolo in un ambiente d'ascolto sempre più sofisticato, anche dotato di schermo televisivo nel caso di abbinamento a navigatori satellitari.

Purtroppo, in Italia, la qualità teoricamente disponibile da una trasmissione radio in FM è fortemente danneggiata dall'affollamento e dal disordine dello spettro ed, in alcuni casi, dai fenomeni di propagazione: interferenze, riflessioni e distorsioni e dalla presenza di molte gallerie (attualmente senza ripetizione del segnale nonostante i vari possibili mezzi che la tecnica mette a disposizione) che degradano irreparabilmente il segnale radiofonico, così che nel nostro Paese, sempre più spesso, l'ascolto di qualità a bordo è riservato forzatamente ai CD. E' doveroso invece ricordare che in molti Paesi europei le ricezioni avvengono in FM con qualità elevata, rendendo meno pressante la spinta alla transizione verso il digitale.

E' allora evidente che la transizione della radiofonia verso il digitale rappresenta, specie in Italia, un'opportunità per sanare questi difetti e riportare la radio al posto che il mercato richiede. La scelta di una piattaforma tecnologica per la radio digitale dovrà pertanto soddisfare in primissimo luogo all'esigenza di eliminare tutte le limitazioni anzidette, ma un fattore di successo di questa scelta sarà l'ottica di mercato globale per i ricevitori e le canalizzazioni, visto che automobili ed autoradio sono prodotti appartenenti ad un mercato di tale natura.

3.7.2 INTEGRAZIONE DELLA DIFFUSIONE RADIOFONICA CON LA TELEFONIA CELLULARE

Un rilevante mercato per i servizi multimediali con distribuzione *broadcast* (tra cui quelli radiofonici) sarà certamente costituito dall'***uso di terminali di telefonia mobile***, consentito dalla velocissima crescita delle capacità elaborative nonché da dimensioni, pesi e consumi sempre più esigui.

Per la diffusione di servizi multimediali attraverso questi apparati, sono sfruttate le tecniche di trasmissione dati e le bande di frequenza usate dalla telefonia mobile medesima.

L'avvento del sistema GPRS e dell'UMTS, d'altro canto, mette a disposizione reti a banda sempre più larga, consentendo, in aggiunta ai servizi voce, prestazioni multimediali con trasmissione dati ad alta velocità. Nascono così funzioni di *downloading* di musica, d'immagini e di video, a prestazioni via via crescenti, con la conseguenza che la primitiva vocazione di "telefono" perde di importanza e gli operatori si qualificano sempre più per le offerte di servizi Internet e multimediali, in grado di fornire i più svariati contenuti. Nascono così gli "*Smartphone*", che sono in pratica dei *palm-top* con notevoli capacità elaborative, in grado però di collegarsi in rete ed instaurare sessioni interattive via GSM/GPRS, UMTS, WI-FI, WI-MAX.

Per quanto riguarda la telefonia mobile, nonostante l'aumento di banda ottenuto nel passaggio dai sistemi 2G a quelli 3G, la diffusione di servizi multimediali sia in modalità *unicast,* sia in modalità *multicast/broadcast,* è destinata ad un costo che rimarrà sempre maggiore rispetto a quello delle trasmissioni in modalità digitale terrestre. Infatti, di ben diverso impatto e costo è la possibilità di ricezione di programmi in modalità radiodiffusa (*multicast/broadcast*) su bande radio-televisive nella fornitura di contenuti multimediali a larghe fasce d'utenza (e senza sovraccarico delle reti cellulari).

L'influenza sul mercato da parte degli operatori e dei costruttori dei terminali per servizi evoluti, renderà sempre più agevole l'integrazione di contenuti digitali audio di tipo radiofonico. Si pone dunque il problema di pensare alla futura radio digitale anche in quest'ottica, in modo da coprire con la fruizione in mobilità anche il segmento "telefonia cellulare" con sistemi di diffusione diretta dei quali si sta discutendo oggi, in connessione con l'impiego di servizi di Mobile-TV, attraverso sistemi quali il DVB-H o satellitari, sempre che possano essere garantite le coperture richieste di popolazione e di territorio.
In altre parole la rivoluzione portata negli anni 50 dalla radio portatile *Sony* (il cosiddetto *"transistor"*!) è certamente destinata in futuro a trovare una sua corrispondente allocazione in ***ricevitori multifunzione quali sono oggi gli apparecchi cellulari,*** ponendo una serie di problematiche relativamente alle piattaforme da impiegare che verranno analizzate nel seguito (§6).

3.8 Considerazioni Finali Sullo Scenario Di Mercato Della Radiofonia

Le considerazioni possibili da trarre da tutto quanto detto in precedenza, si possono, agli effetti del presente documento, così brevemente riassumere:

- l'ascolto ***stanziale*** (ossia casalinga) rimane una realtà della massima rilevanza con una tendenza verso una maggiore qualità, integrato eventualmente con problematiche di nomadicità all'interno della casa (risolvibili eventualmente in Wi-Fi);
- l'ascolto in ***nomadicità*** (alberghi, stazioni, aeroporti, ecc,) tenderà progressivamente ad aumentare;
- l'ascolto in ***mobilità*** diventerà sempre più importante e sarà necessario affrontarne i necessari oneri per una buona ricezione dei segnali su un'alta percentuale geografica di tutto il territorio;
- il mix dell'utenza radiofonica è ricco di ***persone in età giovanile*** e quindi lascia pensare ad una propensione progressiva verso tutte le forma di innovazione;
- i sistemi di radiofonia digitale accorpano un elevato numero di programmi in un unico multiplex: per i grandi *broadcaster* questo offre ***l'opportunità di creare nuove offerte,*** mentre per le emittenti locali fa nascere l'esigenza di creare consorzi, superando la tradizione di operare in totale autonomia;
- lo sviluppo della radiofonia digitale con il conseguente aumento dei programmi irradiabili, potrebbe permettere di avere anche in Italia ***emittenti tematiche,*** il cui modello di *business* è oggi penalizzato dalla scarsità di frequenze;
- le ***emittenti locali***, per quanto siano una rilevante realtà nazionale, potrebbero costituire un ostacolo alla realizzazione delle reti radio a "Singola Frequenza" (vedi §4.2 per il significato del termine) che costituiscono uno dei grandi vantaggi dell' ambiente digitale.

4. Le tecnologie per i sistemi di diffusione per radiofonia digitale

Per analizzare le prospettive attuali e future del "*broadcasting*" radiofonico è essenziale partire dall'analisi dello ***scenario tecnologico****.*
A tal fine vanno individuate le opzioni tecnologiche più adatte a favorire la transizione e che sono, allo stesso tempo, meglio sintonizzate con le tendenze del mercato internazionale. Pertanto, nel seguito, si descriveranno brevemente le principali ***alternative tecniche*** del mezzo radiofonico che sono state proposte in questi ultimi anni e che sembrano garantire un minimo di successo, premettendo un breve richiamo sui ***vantaggi che la tecnologia digitale può fornire all'utente ed ai gestori****.*

4.1 I FONDAMENTI DELLA ELABORAZIONE DIGITALE DEI SEGNALI RADIOFONICI

La diffusione a radiofrequenza di segnali radiofonici digitali avviene attraverso i passaggi classici della codifica numerica del segnale audio (sorgente) e della sua modulazione su una portante a radiofrequenza. Questi passaggi si possono così riassumere:

- ***Codifica di sorgente***: il segnale audio analogico viene prima convertito in una sequenza numerica ("digitalizzato"), poi "compresso" secondo tecniche di riduzione di ridondanza che, preservando sostanzialmente la qualità soggettiva, riescono a ridurre la *bit-rate* del segnale (*numero di bit al secondo necessari per rappresentare il segnale*), consentendone poi la trasmissione con notevole risparmio di occupazione spettrale.
  A titolo di esempio si ricorda che in un CD, che non usa compressione, un segnale audio stereofonico a piena qualità genera una *bit-rate* di circa 1.4 Mbit/s. L'applicazione di una tecnica a riduzione di ridondanza (codifica di sorgente), riduce di molto questa elevata bit-rate conservando quasi interamente la qualità percepita dall'ascoltatore. Codificatori con standard denominato ***"MUSICAM"*** [5] ("*MPEG1-Audio Layer 2"* e *"MPEG2-Audio Layer 2)* - sistema impiegato per l'attuale televisione digitale ed il DAB - o con standard ***MP3*** ("*MPEG2- Audio Layer 3"*) - il noto standard per diffondere e scambiarsi i *file* musicali su Internet - pur essendo ormai da considerarsi tecnologie di prima generazione, riducono la bit-rate dalle 5 alle 10 volte portandola a 128÷256 Kbit/s a seconda della codifica adottata, mantenendo una qualità "quasi CD"*.* Adottando un codificatore di seconda generazione con ***standard AAC*** *(MPEG-Advanced Audio Coding")* od ***AACplus*** (*MPEG4-Audio Layer;* standard impiegato per il DVB-H) si può oggi arrivare a ridurre la *bit-rate* a 48÷96 Kbit/s sempre mantenendo una qualità quasi CD.
  Dal momento che il principale contributo all'ottimizzazione dello spettro di frequenza nelle trasmissioni digitali è dato proprio dalla compressione, l'***Annesso 1*** è dedicato alla problematica della riduzione di ridondanza ed all'esame dei diversi metodi proposti di codifica di sorgente.
  In linea di principio, la scelta della codifica di sorgente può essere disaccoppiata rispetto a quelle relative alle successive elaborazioni del segnale (codifica di canale e modulazione). Va, tuttavia, ricordato che, il "peso" dei bit in un segnale compresso (a seguito di codifica di sorgente) è maggiore e quindi, di conseguenza, deve essere protetto da codifiche di canale più robuste e perciò più ridondate.
- ***Codifica di canale***: è l'operazione con la quale il segnale digitale, dopo la codifica di sorgente, viene ulteriormente elaborato per ***adattarlo al canale di trasmissione***. La parte più interessante dell'elaborazione consiste nell'introdurre uno o più ***codici a correzione di errore*** (denoninati *FEC: "Forward Error Correction*") che si sono affermati come ottimi strumenti per eliminare, con efficacia ed in modo economico, gli errori nel riconoscimento dei *bit,* particolarmente frequenti specie nel caso di problemi di propagazione (in particolare riflessioni ed interferenze). I codici a correzione d'errore, per correggere errori singoli o contigui nel flusso dei bit trasmessi, comportano un aumento di *bit-rate* che può andare da un 20% fino al raddoppio (solo in caso di protezioni molto sicure) a seconda della criticità del canale trasmissivo, fisso o mobile, che si sta adottando. Quasi tutti gli standard moderni consentono all'operatore di rete di scegliere la codifica di canale in un arco di opzioni disponibili per adattare il segnale alle varie situazioni ambientali mentre i ricevitori, per parte loro, sono in grado di adeguarsi, attraverso opportune sincronizzazioni, alle varie opzioni scelte in trasmissione.

[5] In realtà il nome *MUSICAM* è stato registrato da una ditta americana che produce codec audio su ISDN a causa di una svista degli sviluppatori del sistema di codifica che a suo tempo dimenticarono di chiedere il *copyright* del nome. Per quanto, pertanto, sarebbe inopportuno utilizzare il nome *MUSICAM* per indicare questo sistema di codifica (dovrebbe essere chiamato MP2), tutti lo cono-scono con tale nome

- ***Modulazione:*** è lo stadio in cui il segnale digitale, dopo la codifica di canale, ***si "appoggia" ad una "portante"*** (di frequenza opportuna in funzione della banda di frequenza impiegata) rendendo possibile la trasmissione e/o la diffusione del segnale utile a grande distanza. Le metodologie di modulazione impiegate sono scelte sulla base delle particolari caratteristiche del mezzo trasmissivo (radio, cavo, fibra) che si vuole impiegare e della specifica banda di frequenza usata nonché della corrispondente situazione propagativa. Sono ben noti, infatti, i problemi di propagazione dei mezzi radio in cui i segnali vanno tipicamente soggetti ad interferenze, riflessioni ed evanescenze (*fading*) di tipo aleatorio, ma anche gli effetti deterministici di forte attenuazione e distorsione (lineare) nelle coppie telefoniche (doppini), combinati con i disturbi aleatori per *diafonia* da parte dei doppini vicini. A queste tipologie di disturbo, per completare il quadro, si possono aggiungere i problemi di non linearità dovuti a fenomeni di saturazione degli amplificatori di potenza, tipici dei casi in cui la potenza stessa, come ad esempio nei satelliti, è un fattore critico.

  Un metodo di modulazione particolarmente efficace - e sempre più adottato nelle bande di frequenza per diffusione radio-televisiva terrestre - è la tecnica *multicarrier* ***COFDM: ("Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing")*** in cui il flusso digitale dei *bit* da trasmettere viene distribuito, nell'ambito dello spettro a disposizione, su un numero elevatissimo di frequenze portanti, ciascuna modulata in ampiezza e fase (*mQAM*). Il risultato di tale metodologia che, nella sua implementazione pratica è realizzata esclusivamente attraverso tecniche di processamento digitale del flusso nativo dei *bit*, è una ***trasmissione estremamente robusta, in grado di resistere alle anomalie di propagazione (riflessioni ed echi) nonché alle interferenze.***

4.2 I VANTAGGI DELLA DIGITALIZZAZIONE

Gli specifici ***vantaggi tecnologici conseguenti alla digitalizzazione*** si possono così riassumere: Complessivamente,

- ***ottima qualità del servizio*** *all'utente con assenza dei fenomeni, tipici nell'analogico, conseguenti a riflessioni del segnale o ad interferenze tra emittenti diverse;*
- ***eccellente sfruttamento dello spettro****, con capacità di moltiplicare da due a dieci volte, rispetto alle tecniche analogiche, il numero di programmi trasmessi a pari larghezza di banda occupata (unica eccezione è il sistema DAB paragonabile, come sfruttamento spettrale, con reti MFN, al sistema analogico FM, pur se con una qualità audio nettamente superiore);*
- ***riduzione della potenza elettrica****, sempre rispetto all'analogico, necessaria per la diffusione, a parità di area di servizio servita, con conseguente diminuzione delle emissioni elettromagnetiche;*
- *possibilità di realizzazione di* ***reti isofrequenziali,*** *(SFN - "Single Frequency Network"). Si tratta di reti che si giovano del "riuso" (tecnica sostanzialmente impensabile in analogico) della stessa frequenza su trasmettitori vicini, garantendo un ulteriore vantaggio sulla copertura del territorio e sull'occupazione ottimale dello spettro elettromagnetico (tipologia adottabile solo nel caso in cui la tecnica isofrequenziale non ponga troppi vincoli sulla natura del servizio: è richiesto infatti che i trasmettitori adiacenti diffondano esattamente gli stessi contenuti); ;*
- *capacità di offrire* ***servizi multimediali sullo stesso terminale*** *(quali dati di vario genere ed immagini) associati al segnale audio digitale ;*
- *possibilità di* ***"scalare"*** *la qualità del servizio (adoperando varie codifiche di sorgente e di canale), utilizzando la bit-rate necessaria ad un determinato tipo di servizio e lasciando la rimanente capacità agli altri servizi;*

- *capacità di* ***integrare a livello di terminale servizi "unicast" con servizi "broadcast"*** *e di ottenere, in presenza di un canale di ritorno,* ***servizi interattivi.***

Per i vantaggi sopra accennati la transizione al digitale di tutti i sistemi, e nello specifico della radiofonia, è un processo che va particolarmente incoraggiato in quanto elemento propulsore dell'economia dei *media,* non solo per lo sviluppo di nuovi apparati ma per tutti i nuovi contenuti e servizi che progressivamente nel tempo si verranno a creare. Nel particolare caso nazionale, inoltre, la digitalizzazione può risolvere l'affollamento delle emittenti nelle bande radiofoniche attraverso l'aumento di programmi diffondibili, a patto di risolvere i problemi relativi alla ripartizione della catena del valore illustrati nei capitoli precedenti.

4.3 I VARI SISTEMI PROPOSTI DI RADIOFONIA DIGITALE

A) Sistemi su frequenze radio terrestri a corto raggio

4.3.1 I SISTEMI DAB-T (DIGITAL AUDIO BROADCASTING-TERRESTRIAL) E DMB-T (DIGITAL MULTI-MEDIA BROADCASTING-TERRESTRIAL)

Il ***DAB-T*** (*Digital Audio Broadcasting – Terrestrial)* è uno standard europeo [2] studiato alla fine degli anni 80 per essere lo standard di radiofonia digitale dominante in Europa (cfr. *Scheda tecnica 1A in* ***Annesso 2****).* È specificato dall'ETSI e dall'ITU ed è attivo in 22 Paesi, in fase di test in altri 12 ed implementato anche in alcuni Paesi extra europei (Canada). Di fatto, però, non ha raggiunto un vero decollo commerciale in nessun paese eccetto la Gran Bretagna.

La codifica di sorgente è il *MUSICAM,* già menzionato in §4.1, che è una codifica di prima generazione con tipicamente 190 Kbit/s per programma stereofonico.

La codifica di canale impiegata nel DAB permette la protezione differenziata dei bit audio a seconda della loro "rilevanza" sul segnale riprodotto e con livello di protezione selezionabile dall'operatore di rete a seconda delle condizioni di propagazione;

La modulazione adottata è il sistema *multicarrier COFDM* richiamato in §4.1. Le caratteristiche della modulazione consentono la realizzazione di reti SFN (vedi §4.2) per una copertura nazionale o regionale.

Il sistema è stato inizialmente caratterizzato dall'impiego di ***bande non appartenenti al normale spettro (AM ed FM) in uso per la radiofonia***, quali la ***Banda VHF-III*** (allocata all'epoca per servizi televisivi) e la ***Banda L*** (allocata per punto-punto o libera da servizi).

Con le opportune modifiche dei parametri di modulazione e codifica di canale (ma conservando il sistema *multicarrier COFDM*), il sistema DAB può anche essere adottato dai ***sistemi satellitari*** (vedi §4.3.8 e bande citate in Tab. 5) ed assume il nome di DAB-S.

Le bande di frequenza assegnate vengono ripartite in "canali" di circa 1.5 MHz. Ciascun canale supporta un "***multiplex DAB***" (detto anche "blocco" di programmi) che trasporta da 1,7 a 2,3 Mbit/s, a seconda della codifica di canale adottata, e può ospitare almeno 6 programmi in qualità *"CD like"*. Lo standard permette l'integrazione di servizi dati a banda stretta (sia indipendenti che associati al programma audio). Quando il DAB-T viene impiegato in banda VHF, nella banda di frequenza occupata da un canale televisivo analogico (canalizzata nel VHF a 7 MHz), trovano posto 4 multiplex DAB.

Il sistema è stato progettato essenzialmente per ricezione "*outdoor"* in mobilità ed offre ottime prestazioni anche per velocità elevate di movimento (ricezione garantita fino a 200 Km/h). Per la ricezione "*indoor*" è necessario un progetto di rete a maggiore densità di trasmettitori e/o con potenze incrementate, come d'altronde è richiesto anche dagli altri sistemi candidati per la radiofonia digitale (DMB e DVB-H).

Il DAB-T, pur adottando una modulazione di concezione relativamente moderna, dimostra gli anni passati dalla sua ideazione. Offre, infatti, uno sfruttamento dello spettro non ottimale sia per l'uso di una codifica di sorgente di prima generazione che richiede, per trasportare un programma, una *bit-rate* più che doppia di una codifica avanzata (vedi Annesso 1), sia per la

tecnologia di codifica di canale e modulazione che non permette la flessibilità dei sistemi più moderni.

Per le ragioni appena dette, tra il 2002 ed il 2003 nasce [3] il ***sistema DMB-T*** (*Digital Media Broadcasting-Terrestrial*) per migliorare le caratteristiche del DAB e con lo scopo di estendere lo standard DAB alla ricezione video su terminali per telefonia mobile e la possibilità di trasmettere, oltre all'audio ed i dati, anche servizi para televisivi con circa ¼ di risoluzione della televisione tradizionale (concepiti per i piccoli schermi dei cellulari).
Lo standard DMB (cfr. *Scheda tecnica 1B in Annesso 2)* è in fase di sviluppo presso ETSI ed è previsto il suo rilascio a fine 2005*.* Per l'estensione al satellite vale quanto detto sopra per il DAB (cfr. §4.3.8) ed il nome relativo risulta DMB-S
Nonostante sia sviluppato in ambito europeo, il nuovo standard sta avendo la prima implementazione completa in Corea con considerevoli investimenti. Esperimenti sono stati effettuati anche in Germania e pianificati in altre nazioni europee dove, a differenza della Corea, esistono già molti sistemi DAB attivi.
Il sistema DMB è totalmente ispirato al DAB ed è compatibile con quest'ultimo in quanto adotta ***stessa allocazione spettrale, stesse codifiche di canale ed identico tipo di modulazione***.
Al contrario, la ***codifica di sorgente*** impiega tecniche di compressione audio e video di ***seconda generazione*** (*MPEG4-AAC:* vedi Annesso 1*)* quando le trasmissioni sono rivolte a terminali DMB, ma può, programma per programma ed all'interno del medesimo multiplex, essere coincidente con quella del DAB per compatibilità con i sistemi già installati. Il sistema DMB introduce inoltre un livello di multiplazione di tipo *MPEG-2 Transport Stream* ed una codifica RS *(Reed-Solomon*) di protezione dagli errori, come molti sistemi attuali della famiglia DVB.
Per quanto detto, un sistema DMB-T può essere realizzato, ove sia preesistente una rete DAB-T, con investimenti minimi. Il DMB-T è pertanto la naturale evoluzione del sistema DAB-T ed uno dei candidati (un altro particolarmente importante è il DVB-H illustrato in §4.3.3) a fornire la maggior parte dei servizi radiofonici digitali su frequenze terrestri a corto raggio.
Questi sistemi sono principalmente destinati ai "cellulari", da molti giudicati (come già accennato nel §3 e ripreso nel §6), importanti fruitori di servizi radiofonici e televisivi in un prossimo futuro, ma nulla vieta che i medesimi servizi vengano ricevuti anche da autoradio, terminali fissi e nomadici, realizzando un sistema universale potenzialmente dominante per far transitare al digitale tutta l'emittenza che oggi opera sulla banda FM.
E' pertanto naturale parlare oggi di ***sistemi DAB/DMB*** perchè la prevalenza del primo o del secondo dipende dal numero di ricevitori DAB esistenti e, qualora questi siano pochi, conviene senz'altro andare da subito verso la soluzione DMB.
Permane, comunque, a confronto di altre soluzioni, il problema della scarsa capacità del multiplex e del basso sfruttamento dello spettro, quando il DMB lavora in modalità compatibile con DAB con codifica *MUSICAM.*

4.3.2 IL SISTEMA ISDB ("INTEGRATED SERVICES DIGITAL BROADCASTING")

Il sistema ***ISDB*** è stato progettato per diffondere radio e televisione digitale in Giappone [4].
Opera sia su frequenze terrestri VHF ed UHF nonché in banda 2,6 GHz (*ISDB-T* per ricezione da fisso e *ISDB-Tsb* per ricezione da mobile), sia per diffusione satellitare (*ISDB-S*), sia su cavo (*ISDB-C*), Supporta radio, televisione ad alta definizione, televisione a qualità standard e televisione a qualità ridotta per terminali di telefonia mobile.
Per la maggioranza delle applicazioni, la codifica di sorgente ed il multiplex del sistema ISDB sono quelli MPEG-2 (codifiche di prima generazione), come negli standard DVB. Per il *Mobile-Broadcasting* vengono invece impiegate codifiche di seconda generazione (*MPEG-4, AVC/ H.264).*
La modulazione adottata dal sistema ISDB-T (nelle bande VHF e UHF) è il COFDM (con alcune varianti rispetto al DVB-T) e con modulazione PSK/QAM delle singole portanti.

Il sistema ISDB-T opera su un canale televisivo terrestre a 6MHz nelle bande VHF e UHF e, su questo, supporta tipicamente un programma HDTV oppure 3 programmi SDTV, più un programma per video su terminali per telefonia mobile e Data broadcasting. Il canale HDTV può essere ricevuto da veicoli in movimento fino a 100 Km/h, il canale per telefoni mobili può essere ricevuto fino a 400 Km/h. Per la ricezione fissa ISDB-T vanta la possibilità di usare una semplice antenna *indoor.*
ISDB-T può realizzare reti SFN e supporta diversi canali di ritorno per l'interattività e prevede anche i sistemi per accesso condizionato.
Infine il sistema ISDB supporta i nuovi protocolli RMP ("*Rights Management and Protection*"): i contenuti possono essere codificati in tre modalità: "*Copy once*", "*Copy free*" and "*Copy neve*r". In "*Copy once*" il programma può essere registrato nell'*hard disc* del *set top box* per un ascolto in differita, ma non può essere copiato.
ISDB-T opera in Giappone dalla fine del 2003 ed è esplicitamente rivolto al mercato interno che conta circa 100 milioni di televisori. Il Brasile sta considerando ISDB-T per la propria televisione digitale. A parte questo caso, non ci sono altre nazioni che stanno prendendo in esame ISDB, che risulta pertanto un sistema estraneo agli interessi europei, ormai vincolati dalla scelta DVB, anche se presenta aspetti tecnici interessanti (la flessibilità sulla larghezza di banda e la tecnica *"time interleaving"* per aumentare la robustezza del segnale ai "*burst*" di errori in ricezione mobile). Di conseguenza non verrà più ripreso in considerazione nel seguito, anche se era giusto menzionarlo per la sua completezza di sistema.

4.3.3 IL SISTEMA DVB-H ("DIGITAL VIDEO BROADCASTING - HANDHELD")

E' uno standard europeo (*cfr. Scheda tecnica 2 in Annesso* 2) aperto, finalizzato dall'ETSI nel Novembre 2004 [5] Il sistema ***DVB-H*** è l'ultimo sviluppo tecnologico del consorzio DVB in cui la lettera H ("*Handheld "*) indica che si tratta di un "componente" della famiglia studiato per le trasmissioni verso ricevitori mobili ed alimentati a batteria (segnatamente cellulari, palmari e PC portatili), avendo in particolare cura la robustezza della codifica per la ricezione da antenna singola ed il basso consumo del ricevitore per la massima durata delle batterie.
Il DVB-H integra le funzionalità delle reti DVB-T, dal momento che quest'ultimo standard non è stato concepito per la ricezione TV in piena mobilità. Offre servizi video e dati broadcast (oltre naturalmente radio), mantenendo un alto grado di compatibilità con i servizi della rete DVB-T.
Il basso consumo del terminale ricevente è ottenuto attraverso la cosiddetta tecnica del "*time-slicing"* che consiste nel tenere acceso il cellulare solo quando riceve i dati di interesse (*"burst"*) del programma desiderato. Per i restanti *burst* di altri programmi il ricevitore rimane spento consentendo un notevole risparmio di energia (fino a circa il 90% del consumo del "*front-end"*).
Inoltre il sistema è stato studiato per semplificare la funzione di *"handover"* (passaggio da una cella alla successiva) e consentire una rapida individuazione dei servizi desiderati.
Il sistema non presenta limitazioni sulle codifiche di sorgente. In particolare sono previste le codifiche audio video di seconda generazione (*MPEG AVC / H264*) che realizzano la massima efficienza spettrale.
Come modulazione, il DVB-H adotta, come il DVB-T, una modulazione *multicarrier COFDM);*
Un aspetto particolarmente interessante è che il DVB-H può coesistere con il DVB-T nello stesso multiplex oppure in due multiplex accorpati nello stesso segnale con tecnica cosiddetta "gerarchica". Mentre la prima soluzione è poco promettente, a causa delle diverse tipologie di potenza e di densità delle reti DVB-T (fisse) e DVB-H (mobili), la seconda potrebbe essere utilizzabile in casi specifici, perché differenzia la protezione dei due segnali. Tuttavia, data la drammatica differenza tra le due tipologie di ricezione (dell'ordine dei 30-40 dB fra ricezione fissa e ricezione *indoor* a piano terreno) la configurazione gerarchica è una soluzione di compromesso, ben lungi dall'ottimizzare la trasmissione di ciascuno dei due segnali.
All'interno della propria "porzione di multiplex", il sistema DVB-H può modificare la codifica di canale aggiungendo un ***ulteriore codice correttore denominato MPE-FEC*** *("Multi Protocol*

Encapsulation - Forward Error Correction"). Ciò rende la codifica più robusta nelle condizioni di mobilità con le antenne a stilo o integrate dei terminali portatili.
Per ***migliorare le prestazioni di copertura*** è stata anche introdotta, se si desidera e si è in grado di adottarla, una modalità di numero di portanti della modulazione COFDM *multicarrier* pari a 4K (in luogo del 2K e 8K dello standard DMB-T). Tale valore è particolarmente indicato per ottimizzare le prestazioni di copertura del DVB-H in SFN. Ciò implica, tuttavia, di avere dei canali totalmente assegnati a questo tipo di trasmissioni, scenario più probabile solo dopo lo *switch-off* della TV analogica.

Lo standard DVB-H è stato promosso da costruttori di apparati e da operatori di rete (al recente NAB di Las Vegas è stato sostenuto da diverse compagnie, tra le quali *O2, Nokia, Intel, Crown Castle, Texas* e *TTPCom*) e, date le sue caratteristiche per ***diffusione di qualunque programma multimediale***, si presta molto bene anche alla trasmissione di programmi radiofonici.

4.3.4 IL SISTEMA MBMS ("MULTIMEDIA BROADCAST MULTICAST SERVICE") PER UMTS

All'interno del sistema di comunicazione mobile di terza generazione UMTS (*Universal Mobile Telecommunication System*) è in via di sviluppo uno standard [6] (*cfr. Scheda tecnica 3 in Annesso* 2) con servizio di tipo IP *datacast,* denominato **MBMS** (*Multimedia Broadcast Multicast Service*), che può essere fornito utilizzando le già esistenti reti GSM/UMTS. E' plausibile che parte della capacità dedicata dagli operatori mobili al sistema MBMS possa essere rivolta alla radiodiffusione digitale, su scala nazionale o locale. In tal caso, ***non vi sono costi d'infrastruttur****a,* e vi è la possibilità immediata di ***utilizzo del canale di ritorno*** per interattività di vario genere, senza di necessità di accordi fra diversi attori.
MBMS è particolarmente adatto alla diffusione di brevi clips audio/video, o comunque di un bouquet di canali audio/video ridotto.
Le difficoltà per MBMS - che rendono tale servizio incapace di risolvere le esigenze di *broadcasting* verso terminali mobili - consistono nel fatto che ***la trasmissione è "in-banda",*** ovvero la capacità deve essere ricavata all'interno del medesimo spettro (ad alto valore aggiunto) a disposizione degli operatori per la trasmissione punto-punto. Una soluzione efficace a tale problema può essere trovata spostando la trasmissione MBMS in una banda adiacente, quale quella allocata ai sistemi UMTS-S (UMTS satellitare), come accennato nel §4.3. 8 in cui si illustra il sistema DMB-S europeo.

4.3.5 DIFFUSIONE DI PROGRAMMI RADIO NELL'AMBITO DELLO STANDARD TELEVISIVO DVB-T

Ricordando che un programma televisivo digitale "senza video" non è altro che un programma radiofonico, la radiofonia digitale può essere trasmessa anche nell'ambito dei multiplex DVB-T. Le codifiche di sorgente e di canale, nonché la modulazione sono, naturalmente, quelle del multiplex ospitante.
In Italia, la RAI ha scelto di diffondere, all'interno del proprio multiplex DVB-T, anche i programmi radiofonici delle tre reti nazionali e il IV° canale della Filodiffusione. La codifica dei canali radiofonici è effettuata in "*MUSICAM*" e vengono in genere utilizzati 192 Kbit/s netti per singolo programma stereofonico di qualità.
Si tratta di una scelta atipica, suggerita con tutta probabilità più da fattori tecnologici (il multiplex terrestre "ripete" a tutti gli effetti segnali già presenti sul satellite da cui viene direttamente alimentato) più che come vero tentativo di promuovere radiofonia digitale tramite DVB-T, anche se la situazione critica delle trasmissioni radio FM della RAI può consigliare di far arrivare i programmi radiofonici RAI anche in altre forme.
Nessun altro *broadcaster* DVB-T ha seguito al momento questa strada, anche perchè, trattandosi di capacità trasmissiva che viene sottratta al resto dei segnali, limita la quantità di dati destinabile alle funzioni multimediali MHP, ritenute importanti per veicolare servizi al cittadino di pubblica utilità e servizi VAS potenzialmente remunerabili dal mercato.

B*) *Sistemi su frequenze radio terrestri a lungo raggio

4.3.6 I SISTEMI IBOC ("IN BAND ON CHANNEL") E DRM ("DIGITAL RADIO MONDIALE")

Per quanto le specifiche siano alquanto differenti, i due sistemi vengono qui associati nella descrizione perchè si propongono la medesima finalità.

Il sistema ***IBOC*** *("In-Band On-Channel"*) detto anche "*High Definition Radio*", è uno standard proprietario nato in USA utilizzabile nelle Bande FM ed AM che sviluppa l'idea "rivoluzionaria" della compatibilità con i sistemi analogici esistenti (cfr. *Scheda tecnica 4A* in *Annesso 2*). Lo standard è stato oggetto di due raccomandazioni ITU [7], relative, rispettivamente, alle bande AM e FM.

L'obiettivo del progetto IBOC è quello di avere una qualità "quasi CD" nella banda FM, e una qualità "quasi FM" nelle bande AM, preservando all'inizio la diffusione dei programmi analogici e, successivamente nel tempo, portandosi su uno scenario tutto digitale con un aumento della *bit- rate* disponibile e quindi della qualità.

In FM il sistema è in grado di trasmettere un segnale con una *bit-rate* di 98 Kbit/s (elevabile a 148 Kbit/s per il tutto digitale), in grado di supportare un singolo programma di buona qualità (con l'eventuale corredo di un numero limitato di dati informativi) o un "mix" limitato di un programma audio ed uno *"talk"* di qualità inferiore.

In AM si è in grado di trasmettere 20 Kbit/s (elevabili a 60 Kbit/s per il tutto digitale).

Anche per IBOC la modulazione impiegata è del tipo COFDM e la codifica di canale viene adattata alle particolari condizioni. La codifica di sorgente invece è di tipo proprietario (della società *iBiquity's HDC Compression Technology*) e non sono disponibili nemmeno specifiche tecniche pubbliche. Le prestazioni, comunque, sembrano paragonabili a quelle dei *CODEC ("COdificatore-DECodificatore")* audio di seconda generazione.

Il sistema è stato introdotto da FCC nel 2002 per favorire la conversione al digitale, specie in regime transitorio. Il sistema IBOC è stato, infatti, studiato per introdurre informazione radiofonica ***esattamente nella stessa banda di un attuale canale analogico*** in AM o FM e le sue caratteristiche consentono la diffusione simultanea di dati e programmi audio digitali assieme ai programmi analogici AM e FM, permettendo una ***coesistenza*** che dovrebbe facilitare la conversione completa dall'analogico al digitale.

Nel caso della banda FM, in particolare, il sistema IBOC risponde anche al problema (molto italiano) di consentire l'attivazione di nuove emittenti digitali in una situazione spettrale "critica" e caratterizzata, soprattutto nei grandi bacini d'utenza, dall'assenza di frequenze utilizzabili per avviare la transizione. Ovviamente, a differenza del nostro Paese, il sistema prevede un utilizzo ordinato della banda, rigorosamente secondo lo standard FM sia per la "distanziatura" che per la "deviazione di frequenza". Il sistema IBOC è, infatti, in grado di "aggiungere" al segnale analogico (che continua ad essere trasmesso nella sua banda nominale di 200 KHz) due componenti digitali a bassa potenza. Queste due componenti sono ampiamente al di sotto della "maschera" che garantisce la qualità delle trasmissioni nei canali analogici adiacenti e non li disturbano. Questa configurazione "transitoria" o "ibrida" può, successivamente, essere trasformata per realizzare uno scenario "tutto digitale". La transizione si realizza sostituendo il segnale analogico con un nuovo segnale digitale.

Purtroppo, nonostante l'utilità dell'idea alla base dell'IBOC, la scelta di uno standard assolutamente proprietario di codifica di sorgente rende il sistema **in *pratica inapplicabile in Italia ed in Europa***. Tuttavia è sembrato giusto citarlo per le sue caratteristiche pionieristiche.

Il sistema ***DRM*** (Digital Radio Mondiale) è uno standard universale [8] ispirato all'IBOC, studiato espressamente per la diffusione in bande di frequenza inferiori ai 30 MHz (cfr. *Scheda Tecnica 4B in Appendice 2)*. Concorrente dell'IBOC in banda AM, ne possiede le stesse caratteristiche generali: anch'esso è in grado di trasportare un programma a qualità CD con il corredo dei relativi dati informativi. Le specifiche finora emesse ne consentono l'utilizzo nella

gamma delle Onde Medie (AM) e delle Onde Corte (SW), ma non ancora nella banda riservata alla FM.
La codifica di sorgente stereofonica introdotta è la cosiddetta "*MPEG-4-Advanced Audio Coding* (AAC)" di seconda generazione, seguita da una codifica di canale ed una modulazione COFDM in cui ciascuna delle portanti è modulata in mQAM. Particolari combinazioni di codifica di sorgente ed "*enhancers*" permettono di variare la *bit-rate* audio da 8 a 48 Kbit/s, in funzione della qualità/ricevibilità del segnale trasmesso. Anche in questo caso, pertanto, in analogia all'IBOC, non vengono trasportati multiplex ma singoli programmi. Dal punto di vista tecnico, il vantaggio di trasmettere un programma singolo invece di un multiplex (soluzione molto apprezzato dalle emittenti locali), si paga in termini di prestazioni a radiofrequenza: infatti i sistemi a banda stretta non beneficiano della "diversità di frequenza" e risentono maggiormente delle evanescenze del segnale (dovute agli echi) che risultano molto selettive in frequenza.
La larghezza di banda proposta per ogni singolo canale di questo sistema varia tra i 7 e i 10 KHz, con possibilità di raggruppare più canali.
In ambito UIT-R sono in corso vari tentativi [9] di estendere l'applicabilità dello standard a bande di frequenza superiori ai 30 MHz, in modo tale da poterlo ***utilizzare anche nelle bande FM.*** In un recentissimo comunicato del 6 Agosto 2005, il Consorzio DRM ha annunciato di aver iniziato la procedura di definizione degli standard per l'estensione del sistema DRM fino a 120 MHz (e quindi a comprendere la banda FM). Il Consorzio DRM prevede di completare la procedura di definizione degli standard in 2-4 anni (2007-2009), date che sembrano inspiegabilmente abbastanza lontane nel tempo.

4.3.7 RIEPILOGO DELL'UTILIZZO DELLE BANDE NEI SISTEMI DIGITALI WIRELESS DI DIFFUSIONE RADIOFONICA VIA TERRESTRE

La ***Tabella 4*** che segue riassume le bande di frequenza impiegate dai vari sistemi di radiofonia digitale per diffusione terrestre.

TABELLA 4: GAMME DI FREQUENZE IMPIEGATE DA SISTEMI WIRELESS TERRESTRI PER RADIOFONIA DIGITALE

BANDE	FREQUENZE				
		DAB/DMB	DVB-H/ DVB-T	MBMS- UMTS	IBOC/DRM
Onde lunghe (LW)	**148,5 - 283,5 KHz**				**x**
Onde medie (AM)	**526,5 -1605,5 KHz**				**x**
Onde corte (SW)	**2,3 - 26,1 MHz**				**x**
Banda II (FM: VHF-II)	**87,5 - 108 MHz**				**x°**
Banda III (VHF-III)	**174 - 230 MHz**	**x**	**x**		
Banda IV e V (UHF)	**470 - 830 MHz**		**x**		
Banda L	**1452 - 1492 MHz**	**x**	**x**		
Banda RL (IMT 2000)	**1920-1980 MHz**			**x**	
Banda FL (IMT 2000)	**2110-2170 MHz**			**x**	
Banda S (IMT 2000)	**2520 - 2670 MHz**			**x**	

° *Per DRM soluzione allo studio*

C) Sistemi "wireless" da satellite

Le soluzioni satellitari consentono la fornitura di servizi diffusivi su vaste aree con investimenti contenuti e immediatezza nella realizzazione della copertura. Inoltre, una soluzione satellitare riduce la necessità di siti terrestri, limitandola agli eventuali *gap fillers*. Questo aspetto è notevolmente vantaggioso dal punto di vista dell'impatto ambientale- urbanistico, sociale ed economico, nel caso in cui le infrastrutture per la radiofonia non possano appoggiarsi a siti già esistenti od addirittura ad infrastrutture di rete già installate.

4.3.8 I SISTEMI DAB-S (DAB-SATELLITE) E DMB-S (DMB-SATELLITE)

Il sistema ***DAB-S*** (cfr. *Scheda tecnica 1A in Annesso 2*) utilizza tipicamente le bande di frequenza attribuite ai sistemi di diffusione via satellite (*BSS*) che in Europa dovrebbero impiegare la banda 1452-1492 MHz prevista anche per la componente terrestre ("*gap filler"*) di rinforzo al segnale satellitare.
Si segnalano, al momento, due soli sistemi di diffusione radiofonica pianificati su queste bande di cui uno in orbita geostazionaria proposto da Alcatel Space ed uno in orbita MEO ("*Medium Earth Orbit")* proposto da investitori istituzionali.

E' anche in corso di sviluppo un sistema ***DMB-S europeo*** che propone di utilizzare le bande di frequenza attribuite ai sistemi mobili satellitari (*MSS*) nell'ambito dello stesso standard del quale fa parte l'UMTS che, in Europa, corrispondono alle bande 1980-2010 MHz e 2170-2200 MHz. Tali bande, contigue ed interallacciate a quelle utilizzate dai sistemi terrestri UMTS, formano con queste uno spettro continuo tra 1900 e 2200 MHz. Tale contiguità consente lo sviluppo di terminali *handheld dual-mode* aventi minimo impatto su fattore di forma, peso, costo e durata delle batterie.

Un'***architettura ibrida di rete terrestre-satellitare***, fondata sull'utilizzo della medesima interfaccia radio, potrebbe consentire in molti casi l'ottimizzazione tecnico-economica della distribuzione punto-multipunto in modo sinergico a quella punto-punto. In essenza, nelle zone critiche ***potrebbe essere possibile fornire il servizio MBMS a terminali UMTS tramite DMB-S***, senza inficiare la capacità dei sistemi terrestri, per i quali lo spettro in banda S ha un valore enorme.
Nell'attuale configurazione, la copertura prevista per l'Europa consiste in 6 fasci "linguistici", che permettono la copertura integrale dei maggiori paesi del continente, grazie anche alla componente ausiliaria di ripetitori terrestri che permettono di raggiungere i terminali in area urbana ed indoor.

4.3.9 IL SISTEMA DVBH-S ("DVBH- SATELLITE")

In aggiunta alle soluzioni sopra menzionate, è in fase iniziale di studio (con impiego delle stesse bande di cui al caso precedente) un sistema di diffusione da satellite ***DVBH-S*** con interfaccia DVB-H. Tale sistema potrà svolgere ***un ruolo centrale per completare in tempi brevi la copertura DVB-H terrestre, anche in zone a scarsa densità abitativa*** dove i limiti di natura economica impedirebbero verosimilmente uno sviluppo a breve della copertura terrestre.

4.3.10 DIFFUSIONE DI PROGRAMMI RADIOFONICI NELL'AMBITO DELLO STANDARD DVB-S

L'area di copertura dei satelliti *Hot Bird* di Eutelsat, i più utilizzati dai *broadcasters* nazionali di televisione, si estende com'è noto a tutta l'Europa e consente di ricevere segnali digitali televisivi con antenne di diametro 60/80 centimetri adatti per una ricezione individuale. Nell'ambito dell'offerta televisiva di questi sistemi vengono spessi offerti anche programmi specifici di diversi generi musicali ad alta qualità o normali programmi radiofonici.
Gli impianti di ricezione collettiva (condominiali) hanno subito negli ultimi anni una notevole evoluzione, anche per merito di un'adeguata normativa tecnica: da impianti di distribuzione dei soli segnali terrestri (*sistemi MATV*) a impianti di distribuzione dei segnali terrestri e satellitari (*sistemi SMATV*). Questa evoluzione tecnologica rappresenta una valida alternativa alla ricezione individuale e pone le basi per l'introduzione sistematica di impianti condominiali adeguati alla TV digitale negli edifici di nuova costruzione.
La fruizione dei programmi radiofonici o programmi musicali tematici trasmessi su piattaforma DVB-S non può, per ovvi motivi, che avvenire in ***modalità residenziale*** in quanto il sistema ricevente è vincolato dalla disponibilità di una idonea antenna ricevente, individuale o condominiale. Esistono in realtà anche antenne orientabili per autoveicoli con prestazioni adeguate, ma al momento con costi proibitivi per il mercato di massa.

Quanto alla disponibilità di programmi radiofonici via satellite, allo stato attuale vengono diffusi più di 1200 programmi tra satelliti Eutelsat (800) ed Astra (400), sia in tecnica analogica che digitale, consentendo con quest'ultima la ricezione con qualità "quasi CD" in diverse lingue e con copertura europea allargata ai paesi del Mediterraneo.
La codifica digitale dei canali radiofonici è effettuata in "*MUSICAM*" e vengono utilizzati, in genere 192 Kbit/s netti per singolo programma stereofonico di qualità:

4.3.11 RIEPILOGO DELL'UTILIZZO DELLE BANDE DEI SISTEMI DI DIFFUSIONE RADIOFONICA VIA SATELLITE

Nella ***Tabella 5*** viene fornito un riepilogo delle bande di frequenza proposte per trasmissioni radiofoniche da satellite.

TABELLA 5: GAMME DI FREQUENZE IMPIEGATE DA SISTEMI SATELLITARI PER RADIOFONIA DIGITALE

BANDE ATTRIBUITE	*Aree impiego*	DAB-S	DMB-S nippo-coreano	DMB-S europeo	DVBH-S	Radiofonia su DVB-S
1452-1492 MHz	***Europa***	**x**				
2170-2200 MHz				**x**	**x**	
1980-2010 MHz				**x**	**x**	
2520-2670 MHz	***USA e Asia***	**x**	**x**			
12/14 GHz						**x**

C) Sistemi "Wireline"

4.3.12 DIFFUSIONE DI PROGRAMMI MUSICALI IN ADSL E FIBRA OTTICA

I sistemi di trasporto di tipo "*broadband*", comunemente associati all'impiego del ***protocollo IP*** per la trasmissione di segnali multimediali stanno vivendo un periodo di grande sviluppo. Le principali applicazioni radiofoniche comprendono:

- ***radiofonia su Internet***, ovvero diffusione di contenuti a livello mondiale tramite la Rete;
- ***utilizzo diretto di portanti quali la fibra ottica e l'ADSL*** da parte di singoli operatori sui (soli) segmenti di rete di loro pertinenza, per trasmissione di segnali ai propri utenti tramite l'utilizzo del protocollo IP.

La ***radiofonia in Internet*** viene attuata sia in modalità ***"live radio"*** (diffusione radiofonia in tempo reale) che ***"podcast"*** (cfr. §3.3). Dal punto di vista tecnico il servizio *podcast* riguarda un trasferimento di file (opportunamente assistito da software di controllo), il servizio "*live radio*" invece sfrutta appositi protocolli di comunicazione della famiglia IP (UDP - "*User Datagram Protocol*") che consentono la diffusione di audio e/o video in modalità "*streaming*" (modalità che privilegia la velocità di trasferimento dell'informazione sull'integrità dei dati).
Altra caratteristica essenziale è l'impiego in questa modalità di ***protocolli multicast*** attraverso un'apposita modalità di "indirizzamento" che influenza tutti i *router* (nodi) a commutazione di pacchetto presenti in rete e consente grande risparmio di banda per la diffusione "da uno a molti".
La ***decodifica di canale*** non presenta particolari problemi di standard nella radiofonia in Internet. Il terminale d'utente è, infatti, generalmente il PC che scarica dalla rete un *software* eseguibile (ed aggiornabile)spesso personalizzato dalle singole emittenti. Le codifiche di canale seguono quindi facilmente gli ultimi sviluppi della tecnologia anche se non sempre sono compatibili con gli standard. Qualche esigenza di maggiore standardizzazione si sta ora manifestando a causa dell'acceso in rete di apparati d'utente meno flessibili dei PC (lettori portatili, console di videogiochi, ecc).

Le opportunità d'impiego della radiofonia in Internet per applicazioni commerciali sono molteplici: si è infatti assistito nel corso degli anni ad una vera e propria corsa alla Rete da parte di molte stazioni radiofoniche, che ha contribuito in modo significativo ad aumentarne la diffusione. Non esiste oggi emittente con un minimo di rilevanza sul mercato che non disponga del sistema di diffusione mondiale dei propri programmi attraverso Internet.
Questo fenomeno ha rappresentato una delle prime forme di passaggio del servizio diffusivo di segnali audio da tecniche analogiche a tecniche digitali, reso possibile dalla compressione e dall'incapsulamento del segnale stesso trasportato su rete IP.

Alla radiofonia su Internet si affianca un'altra forma di diffusione audio (e video) su reti IP che integrare una pura offerta di accesso ad Internet, con servizi a valore aggiunto. Normalmente i servizi offerti sono video (spesso con palinsesti appositi) in modalità "*pay*", complimentato da un***'offerta radiofonica generalista o più spesso tematica***. In alcuni casi emittenti radiotelevisive (ad es. la RAI) mettono a disposizione servizi di radio e televisione "*on demand*" che costituiscono un nuovo paradigma di servizio.
Questa modalità di trasporto di segnali audio su reti IP a larga banda non ha, per il momento, uno standard definito trattandosi di un sistema chiuso che gestisce sia la trasmissione che la ricezione.
Riferendosi ad un'esperienza specifica di *Fastweb* che in Italia è stato il primo gestore ad impiegare fibra ottica ed ADSL a banda larga con protocollo IP, le codifiche di sorgente impiegate per l'audio sono ***MP3, Windows Media e Real*** e la ricezione è affidata ad un set top box proprietario fornito dall'operatore agli abbonati al servizio di pay-TV, veicolata anch'essa tramite ADSL o fibra**.**
Sia nel caso di diffusione in Internet, sia in quello dell'uso di UDP su ADSL o Fibra, l'aspetto fondamentale per fornire agli utilizzatori un segnale audio di buona qualità è comunque la capacità della rete di garantire un adeguato sistema di controllo del servizio di trasporto. Naturalmente questo è più agevole sui segmenti di rete IP di un operatore piuttosto che sull'insieme delle reti interconnesse che costituiscono Internet (i vari *Network Provider* locali e fornitori di tratte dorsali a lunga distanza).
Il parametro che maggiormente influenza il trasporto di segnali multimediali su sistemi *wireline* è la perdita di pacchetti: la rete che trasporta questo tipo di segnali deve garantire una bassa percentuale di pacchetti persi. L'applicazione di tecnologie per la codifica di canale con codici correttori di errore (quali *Reed-Solomon* e tecniche di "*time interleaving*") concorre in modo sostanziale ad ottenere le prestazioni richieste, ma la tecnica principale rimane quella, tipica delle reti IP, di controllo della Qualità del Servizio (*QoS),* attuata intervenendo opportunamente sulla commutazione di pacchetto nei router nella rete stessa. È infatti proprio dalla diffusione delle tecniche di *QoS* e di *multicast*, più che dalla banda disponibile, che dipende la capacità di diffusione di servizi radiotelevisivi sulle reti IP.

4.4 QUADRO RIASSUNTIVO DEI SISTEMI PER RADIOFONIA DIGITALE

La ***Tabella 6*** che segue riepiloga le caratteristiche tecniche principali dei sistemi di maggiore interesse per le possibilità offerte alla distribuzione radiofonica. Per maggiori dettagli sui sistemi di compressione si rimanda al già menzionato Annesso 1; per i sistemi di codifica di canale e modulazione alle Schede Tecniche dell'Annesso 2. Per un'analisi più completa dei vantaggi e svantaggi dei vari sistemi, si rimanda alle considerazioni del §6 ed all'Annesso 3 che tratta specificatamente il confronto DMB vs. DVB-H.

***TABELLA 6: QUADRO RIASSUNTIVO DELLE CARATTERISTICHE TECNICHE DEI VARI SISTEMI** (+)*

	DAB & DAB-S	**DMB & DMB-S**	**DVB-H**	**MBMS**	**IBOC**	**DRM**
Codifica Sorgente						
Audio	**MPEG1-Layer2** *(MUSICAM)*	**MPEG4-BSAC***)*	**AAC/WM**	**AVC**	**HDC** (proprietaria)	**AVC**
Video	-	**MPEG4** (°)	**MPEG4 / WM9 (°)**	**MPEG4**	-	-
Codifica Canale						
FEC	**Convol.**	**RS+Convol**.	**RS+Conv.+ MPE-FEC**	**Raptor** .		
Time interleaving	SI	SI	No	SI	SI	SI
Transport Stream (multiplex)	MPEG2 - TS	MPEG2 - TS	IP	IP	-	-
Modulazione	**COFDM** con DQPSK	**COFDM** con DQPSK	**COFDM** QPSK/16QAM/64QAM	**QPSK**	**COFDM**	**COFDM** con QAM
Canalizzazione	**1,5 MHz**	**1,5 MHz**	**5/6/7/8 MHz**	**5 MHz**	**AM/FM**	**AM**
Bande di frequenza						
terrestre	Tab. 4	Tab. 4	Tab. 4	Tab. 4	Tab. 4	Tab. 4
satellite	Tab. 5	Tab. 5	Tab. 5	-	-	-

(+) Fibra ed ADSL non vengono riportati nella Tabella perchè non esistono ancora standard universalmente accettati

(°) Con MPEG4 ci si intende qui riferire al moderno standard di compressione video H-264, mentre WM9 è il "Windows Media 9" di Microsoft

5. IL QUADRO DI RIFERIMENTO NAZIONALE ED I VARI VINCOLI

Prima di affrontare qualsiasi possibile idea per l'evoluzione della radiofonia digitale nel nostro Paese è importante ricapitolare la complessa situazione nell'***uso attuale dello spettro elettromagnetico in Italia*** da parte dei "*broadcaster"* radiofonici e televisivi, condizione che pone sicuramente grossi vincoli e problemi allo sviluppo di tale mercato.

In estrema sintesi si può affermare che in Italia la situazione è caratterizzata da:

- ***altissimo numero di emittenti locali in banda FM***, con ripetute mancanze di rispetto delle norme tecniche di emissione da osservare;
- ***completa occupazione della Banda VHF- III da parte delle emittenti televisive,*** con gravi difficoltà di riallocazione dei corrispondenti canali in altre bande e conseguente inapplicabilità del piano formulato da AGCOM per la radiofonia digitale;
- crescente ***concorrenza di piattaforme alternative.***

Nel seguito si cerca di analizzare in maggior dettaglio la situazione.

5.1 USO IN ITALIA DELLO SPETTRO ELETTROMAGNETICO PER SERVIZI RADIOFONICI

5.1.1 BANDA AM ("ONDE MEDIE")

La Banda AM (*526-1720 KHz*) è stata la prima gamma di frequenze ad essere utilizzata per le trasmissioni radio (anche grazie alla sua capacità di trasportare il segnale a grande distanza con una modulazione particolarmente semplice) e grazie alla sua peculiarità di poter essere facilmente ricevuta in qualunque stanza delle abitazioni. Tuttavia, le migliori caratteristiche del suono e la maggiore resistenza ai disturbi della radio a modulazione di frequenza hanno determinato la rapida affermazione delle trasmissioni nella banda FM anche in Italia.

Questa tendenza ha, dopo molti anni di "***simulcast***", spinto recentemente anche la RAI ad una razionalizzazione delle sue trasmissioni in banda AM, anche alla luce dell'adozione in Italia di

un quadro regolamentare estremamente severo in termini di massimo livello di emissioni elettromagnetiche ammesse per gli impianti di radiodiffusione, situazione che ha comportato di fatto lo spegnimento di numerosi trasmettitori situati in aree originariamente non urbanizzate ma ormai divenuti prossimi, se non letteralmente circondati, da nuove aree residenziali. Le linee seguite sono le seguenti:

"*La Rai, in linea con la missione del servizio pubblico, ha attuato un piano di razionalizzazione degli impianti di trasmissione in onda media. L'iniziativa ha comportato l'unificazione delle tre reti radiofoniche in onda media. Dal 15 maggio 2004 le stazioni in onda media trasmettono unicamente la programmazione di Radiouno, alternata all'informazione regionale, ai programmi in autonomia delle regioni a statuto speciale, alle audio-descrizioni per non vedenti, e ad altri programmi di servizio. Di notte resta invariata la trasmissione del "Notturno Italiano", in onda dalle 24.00 alle 6.00. Le trasmissioni di Radiodue e Radiotre proseguono regolarmente solo in Modulazione di Frequenza".*

Questa posizione, perfettamente condividibile in situazione normale, ha creato molte reazioni tra gli utenti non ben serviti dalle trasmissioni RAI in FM, in particolare tra gli affezionati alla programmazione del Terzo programma Radio.

5.1.2 BANDA FM (" BANDA VHF- II")

La Banda FM (*87.7-107.7 MHz*) è la banda oggi tipicamente usata in tutto il mondo per le trasmissioni radiofoniche di qualità, banda che in Italia si è purtroppo particolarmente affollata per una disastrosa politica di tolleranza.

La RAI utilizza migliaia di frequenze, ma le trasmissioni dei suoi programmi sono fortemente interferite dalle emissioni di migliaia di programmi locali che, nelle aree ristrette servite, vengono spesso a trovarsi, anche per il mancato rispetto delle norme, in condizioni di interferire ai ricevitori i segnali RAI che hanno potenza sensibilmente inferiore.

La banda FM è purtroppo in Italia, per ragioni storiche, un vero "*far-west*" ed anche il requisito minimo di una "separazione" in frequenza di 200 KHz tra programmi irradiati nello stesso bacino è, molto spesso, violata. Inoltre, spesso, ***non sono rispettate le norme sulle potenze emesse e la deviazione di frequenza*** che le varie stazioni dovrebbero avere. La situazione dell'etere analogico radiofonico è di diversi ordini di grandezza più complessa e caotica di quella televisiva e le informazioni relative ai diversi impianti in esercizio sono scarse o nulle e sensibilmente inferiori a quelle disponibili per gli impianti TV.

Si può tranquillamente affermare che ***non esiste un data-base attendibile dell'esistente*** *(nè presso il Ministero nè presso l'AGCOM) e che* i coordinamenti internazionali e le "autorizzazioni a proseguire nell'esercizio dell'attività di radiodiffusione" non sono basati su una conoscenza (anche approssimativa) della reale situazione sul campo.

5.1.3 BANDA VHF- III (BANDA III)

La Banda VHF-III (*177.5-226.5 MHz*) è in gran parte dedicata alle trasmissioni televisive ed è una banda che, in Italia, per ragioni storiche, è particolarmente utilizzata (più dell'80%) dalla RAI per la diffusione del *Primo canale televisivo (RAI-1).*

Il ***Piano Digitale Televisivo*** dell'AGCOM destina 6 canali (in gergo "frequenze") alla televisione digitale terrestre e ne riserva uno (il canale H2), alle trasmissioni radiofoniche con tecnica DAB, in accordo alle normative internazionali

Il ***Piano Radio Digitale (Piano DAB*)** dell'AGCOM prevede la realizzazione di tre "*multiplex*" radiofonici digitali (1,5 MHz) nel canale H2 della Banda III; due "*multiplex" nazionali SFN ("Single Frequency Network")* a copertura nazionale ed il terzo *"multiplex" SFN* decomponibile a livello regionale.

In particolare, sfortunatamente, in molti bacini di servizio importanti, ***il canale H2 è stato recentemente trasformato dalla RAI per trasmettere i suoi due multiplex digitali terrestri,*** dal momento che le altre frequenze erano già impiegate per la trasmissione del Primo Programma.

Una liberazione del canale H2 può pertanto essere realizzata solo nel contesto della complessiva transizione analogico-digitale ("*switch-over"*), ma la mancata disponibilità di tale

canale viene attualmente vista in modo molto negativo dalle emittenti radiofoniche nazionali e locali.
Alcune emittenti nazionali sono state autorizzate dal Ministero, nel recente passato, ad utilizzare a titolo sperimentale alcune porzioni disponibili della Banda III. Sono i cosiddetti ***"spazi inter-canale"*** che si ritrovano in questa banda che utilizza ancora storicamente una larghezza del canale TV di 7 anziché di 8 MHz, come avviene nelle altre bande di diffusione. Tali spazi intercanali sono riservati alle trasmissioni TV sia dal Piano Televisivo Analogico sia dal Piano Digitale che stabilisce l'unificazione ad 8MHz di tutti i canali televisivi digitali.
Purtroppo, a seguito di questa decisione ministeriale, è possibile provocare problemi di interferenza con l'analogico (ed in particolare ai danni di RAI-1) e si rende certamente più difficile e complesso (ed è questo un aspetto assai negativo) il cammino verso il completo "*switch-off*" della televisione analogica.
D'altra parte c'è un forte interesse dei *broadcaster* radiofonici ad attuare una "rete" DAB in Banda III. Tale interesse è motivato dal fatto che la realizzazione di una rete in Banda III richiede, per motivi radioelettrici, un numero minore d'impianti (circa 200 per una rete nazionale rispetto ai 1300 necessari in banda L) e, quindi, un minor investimento sia in termini assoluti che per utente servito.

5.1.4 BANDA L

La Banda L (1452-1492 MHz) è una banda di frequenze destinata dagli accordi internazionali alle trasmissioni Radio Digitali (terrestri e via satellite). In particolare, il ***Piano Radio Digitale AGCOM*** prevede, rispetto al totale potenziale di 25 multiplex in tale banda, la realizzazione di ***4 multiplex decomponibili in bacini pluri-provinciali*****.** La realizzazione delle reti DAB in Banda L deve essere fatta "ex-novo" e il numero di impianti necessari per realizzare una "rete" è di circa sei volte superiore a quello necessario per coprire lo stesso territorio in Banda III. Di conseguenza, i costi di realizzazione di una rete nazionale in banda L sono drasticamente superiori a quelli che debbono essere sostenuti in Banda III, come poco sopra già osservato.
Il Piano Digitale Radio dedica la Banda L al *servizio locale* (provinciale e pluri-provinciale) e la Banda III al servizio nazionale e regionale. La mancata liberazione del canale H2 in banda III ha costretto l'AGCOM a deliberare quanto segue nel recente Regolamento che disciplina l'avvio delle trasmissioni radiofoniche in tecnica digitale [10]

"Al fine di consentire il completamento della fase di avvio dei mercati, a seguito della quale sarà data completa attuazione al piano nazionale di assegnazione delle frequenze per la radiodiffusione sonora in tecnica digitale, agli operatori di rete titolari delle licenze di cui all'articolo 10 sono assegnate le frequenze della banda UHF-L previste dal piano nazionale di ripartizione delle frequenze per la radiodiffusione sonora in tecnica digitale. ***Le frequenze della banda VHF-III****, su base di non interferenza con le utilizzazioni televisive analogiche legittimamente esercite ai sensi dell'articolo 23, comma 9, della legge 3 maggio 2004, n. 112, sono assegnate a complemento ed integrazione della copertura in banda UHF-L, nei limiti delle previsioni dei piani nazionali di ripartizione e di assegnazione delle frequenze e degli accordi internazionali".*

Come si può constatare, l'AGCOM, per i vincoli italiani e la difficoltà di rimuoverli, è costretta ad utilizzare le frequenze in Banda III non per realizzare i tre "multiplex" previsti dal Piano, ma per "*completare e integrare"* la copertura delle reti in Banda L. In altri termini, le frequenze potranno essere assegnate alle trasmissioni DAB in Banda III solo se non arrecano disturbo alle trasmissioni televisive, formulazione che sulla base dell'esperienza storica italiana può risultare particolarmente pericolosa.

5.2 STATO DEGLI ASPETTI NORMATIVI DELLA RADIOFONIA

Il recentissimo Regolamento DAB dell'AGCOM sopra citato, prevede che tutti i "broadcaster" analogici (operanti cioè nella Banda FM) abbiano diritto a richiedere la licenza di operatore di rete *(Articolo 10 comma 1):*

*"La licenza di **operatore di rete radiofonico** in tecnica digitale in ambito nazionale o locale è rilasciata dal Ministero prioritariamente ai soggetti autorizzati alla prosecuzione nell'esercizio dell'attività di radiodiffusione sonora in tecnica analogica ai sensi dell'articolo 1, comma 2-bis, del decreto-legge 23 gennaio 2001, n. 5, convertito, con modificazioni dalla legge 20 marzo 2001, n. 66 che ne facciano richiesta in forma singola o mediante consorzi o società consortili esclusivamente costituiti dai medesimi".*

E' dunque certo, che le frequenze disponibili in Banda L *(*e le poche in Banda III) ***non saranno sufficienti a consentire la trasformazione di tutti gli attuali "broadcaster" analogici in "operatori di rete radiofoniche digitali***". Questo significa, come e più che nello scenario televisivo, che la maggioranza degli editori radiofonici sarà costretta a trasformarsi in "***fornitori di contenuti***" e ad abbandonare il controllo delle frequenze. Si tratta di un processo che l'AGCOM ha previsto e regolato nel citato Regolamento, ma che, certamente, non risulta particolarmente gradito a tutti gli operatori.

Alcuni ***particolari obblighi sono stati inoltre posti in capo alla RAI***, (*art.26)* per facilitare la messa in comune delle infrastrutture tecniche di diffusione:

"Al fine di accelerare lo sviluppo della radiodiffusione sonora terrestre in tecnica digitale, la concessionaria di cui al comma 1 si impegna a consentire, a condizioni commerciali, la co-ubicazione e la condivisione dei propri impianti, inclusi edifici o tralicci, con altri operatori di rete per la radiodiffusione sonora in tecnica digitale."

L'aver trascurato però di condizionare la condivisione agli aspetti tecnici e ambientali complessivi (obbligo di estendere la copertura DVB-T, rispetto delle disposizioni relative ai campi elettromagnetici, impossibilità di condividere i sistemi d'antenna senza una pianificazione unica e concorde, ecc.) rendono di fatto tale misura priva di efficacia operativa.

5.3 STATO E POSIZIONI DEI GESTORI RADIOFONICI ITALIANI NEI RIGUARDI DELLA RADIOFONIA

5.3.1 RAI

La concessionaria pubblica è attiva in tutte le bande di frequenza con ***trasmissioni in banda FM fortemente disturbate dalle emittenti locali e nazionali***. Come già detto, la RAI, per rispettare le stringenti norme di legge relative ai campi elettromagnetici irradiati, ha deciso di ridurre la propria presenza in AM ad una sola rete nazionale analogica, rendendo ancora più precaria la sua condizione radiofonica.

La mancata predisposizione ed attuazione di un Piano Radio FM da parte dell'AGCOM ha penalizzato tutte le emittenti ma, in modo particolare, la diffusione dei programmi RAI, situazione di cui molti utenti, come già detto, si lamentano fortemente.

La RAI è attualmente scarsamente interessata al DAB. Ha utilizzato le frequenze che aveva già destinato a tale sistema (canale H2 della banda III) per realizzare i multiplex digitali terrestri televisivi.

Più in generale, sembra che la RAI non abbia, al momento, una forte strategia per lo sviluppo della radiofonia digitale pur essendo notevolmente penalizzata dalla attuale situazione.

Infatti:

- nella banda FM la RAI, pur ricevendo dall'interferenza delle altre reti un danno enorme, non ha mai lottato in modo deciso per la razionalizzazione dello spettro FM e non ha mai sollecitato l'AGCOM a predisporre un Piano Analogico Radio od a favorire la razionalizzazione dello spettro ed una compatibilizzazione degli impianti;
- la presenza di emittenti radio in tecnica DAB negli spazi inter-canale della Banda III, pur essendo molto pericolosa per le trasmissioni di *RAI UNO* e pregiudizievole per la transizione da rete televisiva analogica a "multiplex" digitale in tale banda, è stata abbastanza ignorata o trascurata, forse nella speranza che ciò facilitasse l'utilizzo RAI del canale H2 (destinato alla radiofonia) per la realizzazione dei "multiplex" della TV digitale terrestre.

Essendo inoltre RAI unica titolare, in Italia, di frequenze nella banda AM, *a*ndrebbe inoltre incoraggiata una ***"robusta" sperimentazione DRM sulle Onde Medie (AM)*** da parte della

RAI stessa dal momento che l'emittente pubblica ha recentemente spento qualche sito rendendo inutilizzate le relative frequenze. Esisterebbero quindi i presupposti per iniziare a sperimentare e diffondere trasmissioni in digitale in tale banda.

5.3.2 EMITTENTI NAZIONALI CON MAGGIORE CAPACITÀ DI INVESTIMENTO

Si tratta d'emittenti attualmente attive nella banda FM e con una capacità di raccolta pubblicitaria al di sopra della media nazionale. Queste emittenti nazionali, presenti nelle associazioni *RNA, FRT* ed *Eurodab* sono interessate alla transizione al digitale per uscire dall'indifferenziato "inferno" della Banda FM e conquistare posizioni di vantaggio nel futuro panorama digitale. La valutazione (corretta) di queste emittenti è che le trasmissioni analogiche in banda FM non abbiano alcun futuro e che ***le emittenti che non riusciranno a realizzare la transizione al digitale siano destinate all'estinzione.*** Alcune emittenti nazionali, più "disinvolte" delle altre, in assenza del canale H2, hanno premuto per avviare la "sperimentazione" delle trasmissioni DAB nelle frequenze intercanale della Banda III che, come già detto, sono destinate, dagli accordi internazionali e dal Piano Digitale dell'AGCOM, alle trasmissioni televisive.

L'obiettivo delle emittenti nazionali con maggiore capacità d'investimento potrebbe essere di realizzare i "multiplex" digitali DAB nella più economica Banda III (come hanno già fatto le emittenti di minor dimensione sopra citate) o nella Banda L, meno economica ma libera da interferenze, non prendendo al momento per nulla in considerazione altri possibili sistemi quali il DVB-H.

Nel panorama delle emittenti nazionali un fatto di sicura rilevanza è l'entrata nel mercato radiofonico del ***Gruppo Mondadori*** che, grazie all'eliminazione dei vincoli anti-concentrazione operata dalla *legge Gasparri,* ha potuto acquisire un'emittente radio nazionale (Radio 101). Questo ingresso è tanto più significativo se si considera il ruolo rilevante che il gruppo Mediaset ha nel mercato televisivo grazie, in particolare, al controllo di numerosissime frequenze nella banda UHF (particolarmente adatte alle trasmissioni DVB-H).

Altro elemento di particolare interesse è l'avvio della sperimentazione delle ***trasmissioni nello standard DVB-H*** anche da parte di alcune emittenti locali (vedi Annesso 4). Questi elementi, uniti al recentissimo accordo Mediaset-TIM per la Mobile TV, confermano l'interesse del Gruppo Mediaset per il "*broadcasting*" verso l'utenza mobile (Mobile-TV e Mobile-Radio), peraltro in linea con il ***massimo sfruttamento dell'opzione digitale terrestre*** finora perseguita con determinazione e successo.

5.3.3 EMITTENTI LOCALI CON LIMITATA CAPACITÀ DI INVESTIMENTO

Nel disegnare lo scenario attuale dell'emittenza radiofonica non si può trascurare (per questioni più legate alla libertà di espressione e alla democrazia che a motivazioni industriali) le piccole emittenti locali e regionali con limitata capacità di investimento. Si tratta di emittenti che utilizzano la banda FM e che hanno, quasi sempre, dimensione provinciale o cittadina, ma che hanno frequentemente appoggi di carattere politico localistico che danno loro una certa forza.

Queste emittenti, a causa di una limitata capacità economica e dalla bassissima redditività del *business* radiofonico, non possono pianificare autonomamente la transizione al DAB e sono destinate, ***in assenza di una razionalizzazione (e "rivitalizzazione") della Banda FM, ad una precaria sopravvivenza*** fino alla definitiva affermazione di nuove reti e di un nuovo parco di ricevitori digitali.

Sono stati anche gli interessi organizzati di queste emittenti ad impedire una realizzazione del Piano Analogico della Radio. Queste emittenti, infatti, considerano le frequenze il loro "*asset"* principale e sono fortemente ***contrarie a qualsiasi tentativo di razionalizzazione e pianificazione dello spettro.***

5.4 PRESUMIBILI ISTANZE DEI GESTORI DI SERVIZI RADIOFONICI

La ***posizione delle emittenti commerciali*** (a parte il *Gruppo Mondadori-Mediaset* per le ragioni sopra esposte) si può verosimilmente schematizzare come segue:

a) *grande preoccupazione per la "convergenza" verso il digitale e timore per il sistema DVB-H in quanto ritengono, con qualche ragione, che nell'attuale configurazione duopolistica del mercato televisivo, saranno i "broadcaster" TV a gestire questa nuova tecnologia (potendo utilizzare frequenze e impianti destinati al Digitale Terrestre) con costi molto contenuti di realizzazione delle reti almeno nella fase di copertura del territorio non capillare;*
b) *sensibile apprensione anche nei confronti degli operatori radio-mobili dal momento che anch'essi, in caso di successo, tenderanno ad entrare nel campo del DVB-H con la richiesta alle Autorità di frequenze radio-televisive;*
c) *sensazione (più che ragionevole) che il DAB rappresenti una tecnologia di scarso interesse per i "broadcaster" televisivi e conseguente speranza di potersi "arroccare", in particolare operando con rapidità, su questa tecnologia da un lato per presidiare le frequenze e dall'altro per realizzare un mercato di nicchia non troppo affollato.*

In questo quadro potrebbero esservi pressioni per ***imporre "paletti artificiali" a favore del DAB,*** anziché sposare una posizione di neutralità tecnologica. Se, infatti, le sperimentazioni in corso dimostrassero una ragionevole copertura del territorio da parte del DVB-H (non molto dissimile da quella del DAB) a partire dai siti esistenti del digitale terrestre, le possibilità che il DAB sia vincente nel medio-lungo termine, in particolare nei paesi che non hanno fatto grandi investimenti quali l'Italia, si ridurrebbero notevolmente.

Per quanto riguarda la ***RAI non si vede emergere una strategia chiara*** anche perchè le problematiche della copertura digitale televisiva sembra debbano sempre prendere il sopravvento rispetto alla radiofonia ed alla sua evoluzione, peraltro indispensabile per un gestore pubblico come la RAI che ha visto in questi anni crollare la qualità del suo segnale radiofonico in modo del tutto inaccettabile dagli utenti.

6. ELEMENTI DI MEDITAZIONE PER UNA TRANSIZIONE VERSO LA RADIOFONIA DIGITALE CON PARTICOLARE RIFERIMENTO AL NOSTRO PAESE

6.1 CONSIDERAZIONI PRELIMINARI

Dal quadro esposto in precedenza, è evidente che il panorama della radiofonia digitale sarà caratterizzato dalla coesistenza di una varietà di sistemi per le numerose opzioni disponibili alcune delle quali potranno, peraltro, essere portate avanti più da problemi di concorrenza che da reale utilità pratica o migliori prestazioni.

In tal senso la ***prima semplice considerazione*** che si può fare è che qualunque previsione od auspicio di possibile cammino di evoluzione verso la radiofonia digitale ed una sua possibile razionalizzazione sarà fortemente condizionato dalla politica che seguiranno i costruttori di ***ricevitori radiofonici*** sia per postazioni stanziali che mobili ed in particolare dall'immissione o meno sul mercato di ***apparati multistandard***). Su tale evoluzione il nostro Paese non potrà avere praticamente influenza se non marginale ed in qualità di consumatore.

Una ***seconda considerazione*** riguarda la politica che verrà seguita dai costruttori di ***telefoni cellulari*** che, nell'immediato futuro, potrebbe risultare abbastanza indipendente dai desideri dei gestori mobili.

Una ***terza considerazione,*** certamente legata alla precedente, è il ruolo che, nell'ambito di una nicchia importante quale la radiofonia digitale (peraltro strettamente connessa a tutto il campo fortemente strategico della diffusione multimediale in mobilità), vorranno assumere in questo processo i ***gestori di telefonia mobile*** per non trovarsi privati dal mercato dei servizi a maggior valore aggiunto da parte dei ***gestori broadcasting*** (elemento di particolare criticità in

Italia dove questi ultimi controllano la gestione delle reti di diffusione televisive) attraverso l'adozione di sistemi DMB o DVB-H.

Oltre le problematiche accennate poco sopra, appare realistico prevedere che le trasformazioni di interesse di questo documento saranno influenzate da un insieme di tendenze difficilmente contestabili, quali:

a) *l'introduzione progressiva della **digitalizzazione** dei sistemi diffusivi nelle attuali **gamme AM ed FM** di modo che, a transizione avvenuta, tali gamme possano svolgere un ruolo simile a quello attualmente svolto dalle Onde Medie per le trasmissioni analogiche (mentre le trasmissioni digitali di maggiore qualità si sposteranno verso nuove bande e nuove tecnologie quali DMB, DVB-H, MBMS, ecc.)*
   *Il relativo processo di trasformazione sarà peraltro assai **lento**, in particolare nel nostro Paese, sia per ragioni di investimento da parte delle piccole stazioni radio sia per l'eccessivo affollamento che, in Italia, renderà difficile dal punto di vista tecnico i tentativi di progressiva digitalizzazione di tali gamme;*
b) *il ruolo delle attuali **Onde Corte**, particolarmente importante in un mondo sempre più multietnico e con forti correnti migratorie, con molta probabilità sarà nel tempo preso in carico direttamente da Internet sia per postazioni di ascolto fisse che mobili/nomadici;*
c) *nell'eventuale impiego della tecnologia **DAB,** occorrerebbe, quantomeno, per limitare i rischi tenere presente l'evoluzione di questo sistema verso il più moderno standard **DMB** (compatibile, se si desidera, col DAB) che, non stravolgendo sostanzialmente il sistema originale, ha certamente caratteristiche più moderne ed un sensibilmente migliore sfruttamento spettrale;*
d) *il sistema **DVB-H** sembra presentare caratteristiche molto interessanti anche per la radiofonia, in particolare se si svilupperà il mobile-TV, ma non si hanno ancora dati sufficienti relativamente alle possibilità di copertura di tale sistema ed in particolare della sua possibile applicazione, oltre che all'utenza mobile ("outdoor"), anche all'utenza fissa ("indoor");*
e) ***il sistema MBMS,** di cui andrà seguita l'effettiva possibile implementazione, è sotto osservazione da parte dei gestori di telefonia cellulare per non dipendere dai broadcasters;~~:~~ può essere usato solo nello spettro assegnato all'UMTS e presenta pertanto delle forti limitazioni in capacità, almeno nei primi rilasci della tecnologia;*
f) *i **sistemi satellitari specifici per radiofonia** (tipo DMB-S, DVBH-S) non potranno essere che complementari agli altri sistemi diffusivi (terrestre e cavo) per risolvere problemi di copertura anche in aree difficili ed il loro impiego sarà pesantemente condizionato dal costo e dal successo dei relativi ricevitori.*

Le considerazioni che seguono cercheranno di sviluppare il quadro sopra esposto e le conseguenze che ne possono derivare. Serve sostanzialmente arrivare a stabilire, nell'ambito della più ***assoluta neutralità tecnologica,*** qualche linea di meditazione per possibili interventi al fine di razionalizzare ed accelerare l'avvento della radiofonia digitale nel nostro Paese.
A tale proposito, sulla base di queste considerazioni preliminari e di tutto quanto detto in precedenza, si cerca nel successivo paragrafo di delineare un possibile scenario evolutivo per il nostro Paese.

6.2 Scenario Di Riferimento Per La Transizione: Considerazioni Sulle Possibili Evoluzioni Della Diffusione Radiofonica

Tenendo conto dell'evoluzione del mercato discussa nel §3, è praticamente certo che, ***nell'ambito della postazione domestica di ricezione***, molti canali radiofonici e di generi musicali saranno attivi in Italia facendo uso di ***tutte le tecniche oggi impiegate per la diffusione televisiva (DVB-S, DVB-T, ADSL e Fibra)***.

Ciò porterà sempre più a far coincidere la postazione di ascolto radiofonico con quella TV, dovendo ricevere il segnale tramite il medesimo decoder e per la convenienza di utilizzare, come già menzionato in §3.5, apparati audio atti a conseguire un'alta resa di qualità (incluso adozione del suono *surround)* per tutte le fonti sonore (Radio, CD, lettori MP3, Televisione, DVD, ecc). Non bisogna tuttavia dimenticare l'importanza della ricezione "*wireless*" che, attualmente, è la modalità di ascolto preferita dalla maggioranza degli utenti anche in ambiente domestico. Sembra pertanto essenziale perseguire la disponibilità di un sistema radio diffusivo terrestre in ***grado di penetrare negli ambienti domestici*** *("indoor")***,** in analogia alle soluzioni attuali FM ed AM.

In aggiunta alle esigenze sopra menzionate della ricezione stanziale, occorre inoltre prendere in considerazione la ***parte più rilevante del mercato*** dell'ascolto radiofonico che, come emerge dai dati presentati nel §3.1, è caratterizzato da un'utenza ***prevalentemente mobile.***
Qualora si potesse individuare un sistema in grado di ***servire l'utenza mobile, quella nomadica ed al tempo stesso servire gli utilizzi "indoor",*** sarebbero realizzate le premesse per concepire una profonda razionalizzazione del sistema diffusivo radiofonico. È auspicabile pertanto, anche per la radiofonia digitale, una maggiore ***integrazione dei mercati dell'utenza fissa e mobile***, in linea tra l'altro con le tendenze di tutti gli altri comparti nel settore ICT.
I sistemi candidati a coprire questa esigenza in modo ragionevolmente economico sono tutti sistemi radio terrestri, quali il ***DAB/DMB, il DVB-H e l'MBMS*** che fanno riferimento ad operatori rispettivamente radiofonici puri, ad operatori televisivi ed a operatori mobili.
Il problema della radiofonia digitale viene peraltro reso più complesso dall'affacciarsi del ***mercato della Mobile-TV*** per cellulari e quindi dalla necessità di rilevanti capacità diffusive per l'elevato numeri di canali video a cui si pensa. In questo nuovo scenario, il servizio radiofonico può diventare, almeno per i Paesi che non hanno già fatto grossi investimenti nel DAB, un aspetto particolare del problema più generale dei nuovi servizi multimediali da dare all'utenza, gioco dal quale sembra essere escluso il sistema MBMS perchè troppo limitato in risorse spettrali. La contesa, in particolare per nuovi investimenti, sembra pertanto ricondotta ad ***un comparazione di prestazioni e costi tra il DAB/DMB ed il DVB-H*** che oggi rappresentano le due tecnologie in competizione per servizi multimediali, in particolare per la mobilità.

6.2.1 CONFRONTO TRA SISTEMA DAB/DMB E SISTEMA DVB-H

Data l'importanza dell'argomento, l'***Annesso 3*** è dedicato ad un più approfondito confronto tecnico e critico tra le due soluzioni nonché ad un'illustrazione dei dati dei primi risultati di simulazione e sperimentali.
Sembra tuttavia opportuno, oltre a quanto già detto in §4.3, riportare di seguito le più importanti conclusioni che si traggono dal confronto dell'Annesso 3 in termini di: prestazioni, sinergie e/o vincoli rispetto al loro sviluppo ed ai relativi modelli di business.
I due standard, pur nella reciproca incompatibilità, si fondano su "piattaforme tecnologiche" che, alla resa dei conti, sono molto simili e che differiscono essenzialmente per tre fattori:

- ***canalizzazione*** ad 1.5 MHz del DAB/DMB rispetto ad una canalizzazione del DVB-H pari a quella di un canale televisivo (7-8 MHz), con conseguente ***necessità per il DAB/DMB di moltiplicare le reti*** nel caso (quasi certo) di offerte[6] di nuovi servizi per capacità superiore a quella della sua canalizzazione;
- ***codifica di sorgente più efficiente del DVB-H rispetto al DAB/DMB*** nella sua versione DAB o DMB compatibile con un raddoppio della capacità in programmi a pari *bit-rate*;
- ***rigidità della modulazione DAB/DMB*** confinata a 4 livelli rispetto alla ***flessibilità presentata dal sistema DVB-H*** che può adottare 4 o 16 o 64 livelli, a seconda delle circostanze, e conseguire pertanto maggiori possibilità di efficienza spettrale rispettivamente di due o tre volte rispetto al DAB/DMB (vedi per particolari Annesso 3).

[6] Il DMB, ad esempio, permette di allocare, in un suo canale da 1,5 MHz solo 3 canali TV da 384 kbit/s + 5 canali radio da 64 kbit/s: sembra decisamente insufficiente per un'offerta interessante ed è quindi necessario trasmettere molti multiplex DMB.

Chiaramente, quando si adottasse per il DVB-H una configurazione a maggiore efficienza spettrale, tale vantaggio viene pagato da un'area di copertura inferiore a quella del DAB/DMB, in parte compensata dall'uso del terzo codice a correzione di errore (*MPE-FEC: vedi §4.3.3*) che, tuttavia, ha prima di tutto la funzione di sostituire la tecnica di "*time interleaver*" (sempre presente nel DAB/DMB nato per utenza mobile) per la riduzione dei *burst* di errori (tipici nella mobilità) ed assente nel DVB-H per compatibilità col DVB-T (nato per utenza fissa). Per ottenere una maggiore efficienza spettrale occorre pertanto, in generale, aumentare la potenza dei trasmettitori od aumentarne il numero.

La forza del DVB-H è sopratutto quella di essere un sistema moderno che appartiene ad una "generazione" di sistemi di diffusione più avanzata, con maggiori possibilità di ottimizzare l'interfaccia radio (insieme di opzioni di modulazione e codifica) migliorando la capacità senza perdere troppo in robustezza, in funzione dello specifico contesto applicativo. In altre parole si può dire che il vantaggio tecnologico del DVB-H sta nella sua flessibilità di poter negoziare copertura in cambio di efficienza spettrale (e viceversa) con più gradi di libertà di un sistema rigido quale il DAB/DMB.

Da quanto detto sopra derivano ***alcune importanti conseguenze***:

- Un ambiente DAB può portarsi verso l'obiettivo *Mobile-TV* esclusivamente tramite la sua evoluzione DMB conservando piena compatibilità con i propri siti di trasmissione (ove esistenti) e con le autoradio costruite per il DAB (ove diffuse sul mercato). Questa scelta ***farebbe tuttavia scontare al Paese lo svantaggio di uno sfruttamento non ottimale delle bande a radiofrequenza*** per minore efficienza spettrale, ciò che risulterebbe grave, in particolare quando non si siano già fatti pesanti investimenti nel passato e con ricevitori DAB venduti in numero assai ridotto.
- L'ambiente DVB-H, invece, sfrutta in modo sicuramente più vantaggioso la derivazione tecnologica dal DVB-T e la sua nascita come piattaforma multiservizio, se non altro per la "forza trainante" del relativo mercato televisivo. Può essere infatti realizzato in compatibilità con i *multiplex* DVB-T, anche se a costo di una perdita di prestazioni rispetto ad un sistema che preveda canali interamente dedicati alle applicazioni DVB-H. ***La rete va comunque integrata con un certo numero di siti aggiuntivi*** (i cosiddetti "*gap filler*") rispetto a quelli pianificati per il DVB-T, in modo da ottenere la necessaria e progressiva alta copertura del territorio con la qualità richiesta dalla ricezione anche in ambiente *indoor*.
- Dal punto di vista dei gestori, per un *Network Operator* televisivo che dispone già dei siti per il digitale terrestre, l'integrazione della propria offerta con DVB-H ***risulta una naturale estensione*** col vantaggio che può, a suo piacimento, "giocarsi" la capacità con il DVB-T nell'ambito del multiplex. Deve però essere pronto ad investire per realizzare progressivamente le necessarie coperture di territorio per la mobilità e, nelle città, per servire gli ambienti *indoor.*

  Diverso è il discorso qualora si voglia ***utilizzare il DVB-H della banda L***, caso che si viene a configurare a tutti gli effetti come la ***creazione di una nuova rete***. A tale proposito vale la pena ricordare un recente rapporto [11] del DVB finalizzato a rendere flessibile la banda del DVB-H per essere adattabile anche alla pianificazione DAB da 1.5 MHz nelle bande VHF, L ed L-Satellite.
- I due sistemi si differenziano abbastanza per i possibili modelli di *Network Operator* : nel caso DVB-H ciascuna banda (VHF, Banda L, ecc.) verrebbe infatti occupata con pochi multiplex ad alta capacità mentre nel caso DAB/DMB la medesima banda verrebbe occupata con molti multiplex a bassa capacità (ed un numero complessivamente minore di programmi trasportati).

  Nei casi di assegnazione rigida di uno dei due standard alle bande disponibili, l'assetto industriale per le figure di *Network Operator* potrebbe pertanto essere il seguente:
  - *Caso di DAB/DMB con allocazione in Banda VHF ed in Banda L con il DVB-T che rimane comunque su gran parte della banda VHF e su tutta la banda UHF: i*n questo caso è

molto probabile che, nelle bande assegnate al DAB, si verrebbero a creare un numero relativamente elevato di *Network Operator* di derivazione radiofonica e conseguentemente troppo piccoli per affrontare consistenti investimenti sulle reti. Ai gestori televisivi rimarrebbe comunque l'opzione di avviare una concorrenza, attraverso il DVB-H, sui propri multiplex DVB-T.

- *Caso di DVB-H assegnato sia in VHF/UHF che in Banda L*: sarebbe assai probabile, in tal caso, la creazione di un numero relativamente esiguo di grandi *Network Operator* di derivazione televisiva o che godono di accordi tra operatori televisivi e mobili. Questi operatori avrebbero una struttura polivalente e dimensioni tali da poter affrontare con relativa facilità gli investimenti necessari.

6.2.2 CONSIDERAZIONI CONSEGUENTI

Dal confronto sopra fatto ne deriva che un ***candidato forte per la diffusione radiofonica "indoor" ed in mobilità/nomadicità potrebbe essere rappresentato dal sistema DVB-H*** che si appoggia all'infrastruttura DVB-T, ossia del digitale terrestre sul quale l'Italia ha effettuato ed effettuerà investimenti strategici. Supponendo infatti, con ottime ragioni, che il DVB-T sia ormai per il nostro Paese una scelta irreversibile con la necessità di una sua rapida e completa copertura del territorio, il DVB-H verrebbe a trovarsi in posizione privilegiata sia per gli investimenti man mano fatti per la TV sia per il previsto successo dei servizi di *Mobile-Tv* per cui lo standard è nato.

In tal caso per la radiofonia - che è una delle forme di ricezione multimediale – si verrebbero a configurare le seguenti situazioni:

– in nomadicità basta ***aggiungere nei cellulari una funzione di ascolto di buona qualità*** (prestazione peraltro già introdotta nel cellulare che incorpora l'*Ipod*, come da recente annuncio *Apple-Motorola*) per trasformarli anche in "radioline" tascabili (in analogia, da non dimenticare, al famoso "*transistor" Sony* degli anni 50 di cui potrebbe ripetere il successo);
– in mobilità, nel vasto mercato della ***radiofonia verso le automobili,*** il sistema DVB-H potrebbe, a regime, trovarsi in posizione particolarmente favorevole, in modo sensibile rispetto al DAB ed in misura inferiore anche rispetto al DMB, per una migliore utilizzazione dello spettro, anche se con caratteristiche di minor robustezza del segnale e quindi di una necessità di copertura più capillare con piccoli trasmettitori/ripetitori o col satellite;
– per ***l'ambiente indoor*** valgono analoghe considerazioni di quelle del punto precedente;
– lo ***standard DVB-H*** è uno *standard europeo*, ***supportato da importanti produttori di apparati*** a livello mondiale (*Nokia*) e da molti "*broadcaster*" radio-televisivi per le sue caratteristiche che lo rendono adatto alla integrazione con le reti mobili di 3ª generazione *(UMTS)* per servizi di tipo televisivo.

Per una valutazione completa delle possibilità del DVB-H, occorre pertanto disporre di simulazioni e sperimentazioni accurate della ***reale copertura di territorio garantibile*** (che nel caso di radiofonia per la mobilità è il parametro più interessante) e di quale reale entità potrebbe essere la necessità di *gap-filler* ed il relativo costo economico. Il DVB-H, per aver successo, deve infatti dimostrare buone prestazioni in mobilità senza tuttavia potersi avvalere di un'antenna (multipla) fissa tipo *Yagi* prevista nel caso DVB-T. Alle frequenze previste e con semplici antenne a stilo, i guadagni di antenna sono molto bassi quando non negativi. In queste condizioni il DVB-H è portato ad avere una copertura certamente inferiore a quella del DVB-T, a meno di non provvedere una serie aggiuntiva di ripetitori per uso esclusivo del DVB-H. Un miglioramento notevole della copertura potrebbe aversi nel caso di impiego di un canale dedicato totalmente a DVB-H (come già accennato in 4.3.3), con modulazione COFDM a numero di portanti 4K. Tuttavia tale soluzione potrebbe essere difficile da realizzare nella pratica per la difficoltà di reperire nuove frequenze esclusivamente dedicate a tale applicazione.

Oltre agli aspetti tecnici di copertura, vi sono altre ***considerazioni non meno importanti di tipo commerciale, normativo e regolamentare*** che, anche ammesso che i problemi di copertura siano risolti con soddisfazione, possono avere influenza perturbativa sugli attuali equilibri tra i diversi tipi di gestori ed in particolare tra gestori radiomobili e gestori per *broadcasting* televisivo.

Il DVB-H può, infatti, dare accesso a contenuti (mobile TV, radiofonia, programmi musicali di qualità, ecc) ***commercializzabili direttamente dai gestori televisivi,*** "*by-passando"* completamente i gestori mobili e confinandoli al solo ruolo, ormai a margini assai ridotti, della telefonia vocale od alla nicchia di un possibile canale di ritorno per trasmissioni di tipo interattivo. Peraltro se tali contenuti fossero erogati dagli operatori mobili con le tecniche da loro oggi impiegate *(streaming o downloading*) ad un bacino di utenza di ampie dimensioni, la capacità delle reti UMTS potrebbe rivelarsi rapidamente insufficiente.

Ne deriva che, in caso di successo del DVB-H, i gestori mobili si batterebbero certamente per la possibilità regolamentare di poter gestire in proprio lo spettro in cui è allocato il DVB-H, per garantire opportuni ritorni e non lasciare l'intero mercato a maggior valore aggiunto ai gestori televisivi, con ***conseguenti insanabili problemi di disponibilità di spettro.***

Tutta questa problematica è ulteriormente complicata dal fatto che in Italia la gestione delle reti di diffusione televisiva è controllata dagli stessi produttori di contenuti. Tale situazione comporta una mancata parità tra i diversi tipi di gestori nel caso di impiego di sistemi che si appoggiano a frequenze oggi televisive. A questo riguardo, ancora una volta, la ***separazione proprietaria tra le funzioni di gestione della rete e dei relativi servizi da quella di fornitura di contenuti e servizi (non di rete)*** potrebbe fornire una risposta convincente e risolutiva a tutte queste preoccupazioni, come commentato nel successivo §6.3.

6.3 LA RAZIONALIZZAZIONE E L'INDIPENDENZA DEI GESTORI DI RETE ("*NETWORK OPERATOR*")

Il più grave ostacolo all'affermazione delle tecnologie di radiodiffusione digitale in Italia è rappresentato dall'assenza delle figure di puri Gestori di Rete che, purtroppo, non ha trovato finora, in Italia, soluzioni adeguate, in particolare nel campo dei *broadcaster,* per ragioni di carattere storico.

La logica di questa assenza va ricercata nel processo di costituzione dell'offerta commerciale alternativa al servizio pubblico, che data ormai ad oltre trent'anni fa: l'equazione "*proprietà dell'infrastruttura = proprietà della frequenza di emissione*", se da un lato ha permesso l'accesso pluralistico al sistema delle radiodiffusioni, specialmente alla piccola ma numerosissima emittenza locale, dall'altro ha di fatto generato un notevole spreco di risorse, con la proliferazione incontrollata di infrastrutture di trasporto e diffusione di qualità generalmente assai scadente, provocando difficoltà estreme di razionalizzazione della gestione dello spettro di frequenza sia in termini di corretta pianificazione sia di impatto ambientale.

In Francia, Germania e Spagna il problema è stato affrontato da molti anni con una separazione tra le funzioni del "*Network Operator"* e quella dei gestori dei contenuti, ottenendo evidenti vantaggi di ottimizzazione. In Italia il possesso dell'infrastruttura e della frequenza (considerata "proprietà" dell'emittente stessa anziché dello Stato) è ancora valutata come un *asset* primario dell'azienda, con gravi conseguenze distorsive. Nelle tecnologie digitali, infatti, l'aumento di capacità trasmissiva non avviene tanto con la creazione di nuovi canali radio (assegnabili a nuovi soggetti), ma principalmente con l'aumento di capacità dei canali esistenti che sono in grado di trasportare, anziché un singolo programma, più programmi per canale radio su un unico multiplex, Solo attraverso il massimo sfruttamento di tutti i gradi di libertà si ha la possibilità di operare le opportune ottimizzazioni aprendo lo spazio anche a nuovi entranti.

In Italia, solo di recente, RAI e Mediaset hanno creato delle società "figlie" (*RaiWay* da un lato, *Elettronica Industriale* dall'altro) cui hanno conferito tutte le attività realizzative, manutentive e

gestionali delle proprie reti di trasporto e diffusione dei segnali radiotelevisivi. Questo processo, avviato, almeno in RAI, con l'intento di privatizzare questo specifico ramo di attività, si è di fatto arenato nel momento in cui non si è provveduto a trasferire alle società l'*asset* delle frequenze necessarie alla diffusione, inibendo di fatto la trasformazione da semplice "gestore" a quella di vero e proprio "operatore". Inoltre, la normativa oggi in vigore permette a qualunque *broad-caster* di richiedere la licenza di "operatore di rete", permettendo così la proliferazione di presunti operatori di dimensioni economiche e di capacità tecniche/operative talora trascurabili, come nel caso dell'emittenza locale medio-piccola.
In questo modo si è ridotto l'interesse che investitori esterni al mondo *broadcast* possono avere nell'avviare attività imprenditoriali in questo settore e si è persa la straordinaria occasione del digitale terrestre televisivo per separare definitivamente la funzione dei contenuti dalla gestione della rete.
Allo stato attuale delle cose, la sola decisione dell'AGCOM è quella di imporre l'obbligo ai *Network Operators* (oggi controllati dai grandi *Broadcaster*) di cessione a terzi del 40% della capacità dei multiplex, a parte quella dedicata agli attuali servizi delle loro trasmissioni. Peraltro non sono previste norme chiare che garantiscono la metodica con cui viene effettuata la scelta dei produttori di contenuti cui fornire la capacità esuberante ed è certamente facile intuire che, nella pratica, si tenderà a privilegiare fortemente produttori di contenuti con le credenziali di "amici". I vari tentativi, accennati nelle norme, di invogliare la creazione di consorzi tra *broadcaster* per l'utilizzo d'infrastrutture comuni si sono sempre scontrate con un'innegabile disattitudine a privarsi dell'*asset* tecnologico, passando ad una più conveniente logica di affitto della capacità trasmis-siva/diffusiva necessaria per il servizio.
Se si potesse diffondere anche in Italia una ***cultura della separazione dei compiti***, con un'opportuna concorrenza anche tra i gestori di rete, non vi è dubbio che molti problemi di ottimizzazione potrebbero essere affrontati più facilmente e la gestione del transitorio risulterebbe governata con più efficienza e rapidità.
Nel nostro Paese questo aspetto dovrebbe passare attraverso una completa "simmetrizzazione" di impostazione per RAI e Mediaset e gli altri grandi operatori integrati verticalmente al fine di non sbilanciare troppo gli equilibri di "potere" esistenti.
Ovviamente il rischio di una separazione delle reti potrebbe essere rappresentato, nello scenario italiano, dalla nascita di nuovi attori ***"gate keeper"*** quasi monopolisti che potrebbero dare preoccupazioni sulla reale presenza di una competizione e di costi ottimizzati.
Per quanto detto sopra, sarebbe pertanto necessario assicurare alcune condizioni minime:

- la presenza di un certo numero di operatori di rete in concorrenza che dovrebbe dare sufficiente garanzia di competizione;
- il vincolo che i nuovi operatori di rete non possano operare come i *carrier* TLC che, da un lato, mantengono il controllo delle loro reti e, dall'altro, si spostano sempre di più sull'offerta di servizi.

Peraltro esperienze di reti di diffusione con operatori indipendenti stanno funzionando bene in molti altri paesi (Spagna, Francia, UK, ecc.) con sensibili migliori ottimizzazioni delle risorse spettrali di quanto non avvenga nel nostro Paese.

Per quanto si ritenga ormai difficile affrontare un tale problema in Italia, vi sono segnali che tendono ad andare in tale direzione, puntando a costituire pochi *Network Operator* di dimensione industriale apprezzabile, per gli innegabili vantaggi che se ne trarrebbero in termini di razionalizzazione degli investimenti e contenimento dei costi di gestione delle reti, soluzione particolarmente interessante per l'emittenza locale che potrebbe in tal modo affrontare, senza troppi problemi ed a costi ragionevoli, gli impegni economici necessari alla transizione verso il digitale.
Alternative di ripiego possono essere rappresentate dalla creazione di ***norme legislative chiare sul "must carry"***, sulla separazione contabile delle varie attività, ecc. in modo che si possa avere un mercato aperto e libero dell'informazione e dell'*entertainment* anche lasciando

ai *broadcaster* il controllo delle proprie reti per raggiungere l'utenza, ma l'esperienza a tale riguardo non è particolarmente positiva

6.4 Ipotesi Di Gestione Del Transitorio In Italia Nella Banda VHF-III E Nella Banda L

Come anticipato, il passaggio dalla situazione attuale, basata sulla tecnologia analogica, alla rete digitale convergente (in grado di raggiungere gli utenti "*anytime and anywhere"*) sarà, ovviamente, un ***processo graduale*** e fortemente condizionato dalle scelte dei costruttori di apparati (di trasmissione e ricezione) e dall'evoluzione della tecnologia. In tal senso, la prima osservazione è che un piano di transizione dovrà essere progettato e attuato in modo indipendente nelle varie porzioni dello spettro, ossia rispettivamente per le Bande UHF e VHF, per la Banda L, e per le Bande FM e AM (vedi §6.5).

Per quanto riguarda la ***transizione nelle bande UHF e VHF*** va subito osservato che essa sarà parte della transizione analogico-digitale televisiva. Infatti, lo sviluppo del DAB nel canale 12 (H2 in banda VHF-III) sarà condizionato alla liberazione da parte degli operatori televisivi di questo canale destinata al DAB dagli accordi internazionali e dal Piano dell'AGCOM.
Lo sviluppo del DVB-H sarà invece strettamente legato a quello del DVB-T.
Nella ***Banda L*** non è, invece, corretto parlare di transizione. Si tratta di una banda "libera", destinata dal Piano AGCOM alle trasmissioni DAB ed utilizzabile immediatamente.
I giochi di quelle che saranno le soluzioni del futuro a grande respiro per la radiofonia digitale si giocheranno esclusivamente in queste bande, mentre le"storiche" bande AM ed FM andranno a coprire esigenze particolari.
Si è già parlato ampiamente dello sviluppo delle due possibili tecnologie digitali, DAB/DMB e DVB-H. Certamente, come osservato nei paragrafi tecnici, la tecnologia DVB-H sembra avere qualche maggior vantaggio sia dal punto di vista delle aspettative del mercato che da quello, tecnologico, dell'efficienza spettrale. Per la somma dei motivi esposti è tuttavia non facile esprimere un'opinione sicura su quale sarà la tecnologia vincente perchè sarà il mercato a fare la scelta sul vincitore o sulla soluzione a maggior diffusione.

E' possibile tuttavia dare dei ***"warning***" importanti a tutti i gestori che devono ancora investire.
Il DAB è certamente la soluzione preferita dai "broadcaster" radiofonici "puri".
L' AGCOM ha completamente definito (con un Piano DAB ed un Regolamento) lo scenario di avvio e di sviluppo di questa piattaforma. E dunque, una posizione del tipo *"passiamo al DVB-H ed azzeriamo il DAB*", anche se fosse corretta da un punto di vista industriale, potrebbe non esserlo da un punto di vista di politica "*tout court"*. Quello radiofonico, infatti, è un settore che impegna migliaia di lavoratori e vede la presenza di migliaia di piccole e medie realtà industriali. Un "forzamento" eccessivo verso una nuova tecnologia non ancora perfettamente regolata in presenza di una tecnologia "vecchia" ma con un quadro regolamentare perfettamente definito potrebbe essere alquanto rischioso. Va peraltro tenuto presente che tale abbandono, a vantaggio del DVB-H, è certamente nelle idee dei gestori misti TV-radio (quali RAI e Gruppo Mediaset).
Volendo approfondire tale concetto, si può dire che se nel DAB fossero già stati effettuati consistenti investimenti nazionali (com'è il caso UK) e fosse definitiva la sua scelta strategica da parte delle emittenti radiofoniche grosse e piccole, questo standard si potrebbe certamente consolidare in quanto tale e si trasformerebbe per raggiungere l'utenza dei cellulari (con l'aggiunta di servizi para- televisivi) tramite la sua evoluzione DMB. Se, viceversa, l'affermazione sugli investimenti già effettuati non fosse del tutto veritiera (com'è il caso dell'Italia), è abbastanza prevedibile che il DVB-H si affermi rapidamente sia per la sua maggiore efficienza spettrale (qualità particolarmente preziosa in Italia) e la possibilità di usare (a costi ridotti) le esistenti piattaforme del DVB-T gestite da *Operatori* con reale capacità di investimento, sia perché un'alleanza tra le reti dei *"broadcaster"* e quelle dei gestori di telefonia mobile può fornire rapidamente i siti a bassa potenza necessari per i gap filler e per la Banda L.

In tale situazione chi investe oggi nel DAB (anche se per ragioni che superano i puri fattori tecnici ed economici) deve essere ***conscio dei rischi d'investimento*** cui va incontro ed accettarli con la quasi certa necessità di sostenere la concorrenza con il sistema DVB-H. Proprio per questa ragione, dal punto di vista di una politica industriale nazionale, non sembrerebbe corretto spingere una o l'altra soluzione senza garantire una completa neutralità tecnologica. Né esempi di altri paesi (come UK) possono essere presi ad esempio per le diverse situazioni di partenza.

D'altro lato, in ogni caso, ***non è possibile penalizzare i "broadcaster" radiofonici che vogliono investire subito nel digitale DAB/DMB*** e che intendono utilizzare immediatamente le bande di frequenze riservate alla radio, in accordo con il recente Regolamento dell'AGCOM,. Ovviamente si deve prevedere, con il tempo e le modalità necessarie, la "restituzione" agli operatori radiofonici anche del canale H2 da parte degli operatori televisivi, in contesto di riassetto anche del sistema televisivo.

Non bisogna tuttavia confondere una politica ordinata con le autorizzazioni date dal Ministero ad alcuni "*broadcaster"* nazionali per le trasmissioni (in via sperimentale) negli spazi inter-canale della Banda II. Occorrerà esaminare con grande attenzione, anche se nel modo più "*soft*" possibile ma con altrettanta decisione, le autorizzazioni già date perchè l'accesso a tale banda non si traduca nel solito "accaparramento" di frequenze senza alcun valore aggiunto e senza alcuna politica strategica di lungo termine. Come già detto, ***questa decisione o quella di studio di nuove canalizzazioni in banda VHF ostacolano lo "switch-over" televisivo*** (in quanto impediscono l'attuazione della ricanalizzazione a 8 MHz, prevista dalle norme e necessaria a rendere la banda VHF omologa alla UHF per la capacità di trasporto dei singoli canali per programmi televisivi digitali), riducono il potenziale di servizio dei multiplex DVB-T presenti nella banda (in particolare quelli della RAI, che ha scelto di utilizzare la banda VHF per il cosiddetto "multiplex di servizio pubblico", puntando su un non scritto "diritto storico" all'impiego di tale banda) e creano asimmetrie gravi di trattamento tra gli operatori.

Qualora si realizzasse in Italia un avvio serio del DAB/DMB, anche se con le criticità accennate, sarebbe auspicabile che il Ministero, nell'ambito del contratto di Servizio con la concessionaria pubblica, imponesse ***una maggior assunzione di responsabilità da parte del Servizio Pubblico nello sviluppo della Radiofonia digitale in Italia*****,** nel suo stesso interesse industriale. Infatti, ***Raiway*** ha tutto l'interesse a governare uno sviluppo ordinato ed efficiente delle reti DAB/DMB in particolare nella Banda VHF-III, essenzialmente occupata dal Primo Canale TV affidandole il compito di razionalizzare la Banda III per realizzare la transizione televisiva e trovare il posto ai multiplex DAB/DMB nel canale H2 (secondo gli accordi internazionali). Inoltre, allo scopo di estendere le sue potenzialità di "operatore di rete", *Raiway* potrebbe realizzare nuove reti in Banda L proponendosi come *carrier* delle emittenti locali che hanno maggiori difficoltà di transizione al digitale e contribuendo a liberare dalle trasmissioni analogiche le Banda III e le Banda FM.

Una ***forte raccomandazione*** che, in ogni caso, questo documento crede di poter fare a chi decide di investire nel DAB è che, quantomeno, nella pianificazione dei relativi impianti, ***si tenga conto del prossimo avvento del DMB*** per non aumentare ulteriormente i rischi. Infatti, tale evoluzione, non perturba in modo sostanziale la pianificazione tecnica del sistema DAB ma migliora notevolmente le prestazioni estendendo il campo di applicabilità dei servizi. Ricevitori compatibili DAB e DMB saranno disponibili a breve, anche se a svantaggio delle prestazioni di sistema. Questa è la ragione per cui in molte parti del presente documento si è parlato di sistema DAB/DMB, dizione che lascia aperta, almeno temporalmente, l'opzione ad una soluzione totalmente DMB con i completi vantaggi conseguibili.

In ogni caso, tuttavia, qualora i problemi ancora aperti del DVB-H venissero felicemente e rapidamente superati, non risulta certamente corretto incoraggiare una politica strategica di sviluppo del DAB "*sic et simpliciter"* per il lungo periodo. Il rischio si riduce notevolmente con la soluzione DAB/DMB che certamente avrà diritto di cittadinanza, ammesso (e non concesso)

che l'industria dei ricevitori decida lei stessa di saltare a piè pari il fosso puntando, per la produzione di massa a bassi costi, solo sullo standard DVB-H, anche se tale eventualità appare improbabile. Al momento i costruttori, pur avendo le loro rispettive preferenze, si preparano a sostenere ambedue gli standard.

6.5 IPOTESI DI GESTIONE DEL TRANSITORIO IN ITALIA NELLE BANDE FM ED AM

Si tratta di una scelta molto importante, sia dal punto di vista tecnologico che da quello politico. Il messaggio che questo documento si sente di dare è il seguente: nel breve-medio periodo le trasmissioni in FM e AM saranno ancora una delle piattaforme principali per la diffusione del "*broadcasting audio*" ed il patrimonio costituito dalle migliaia di emittenti locali nella banda FM è certamente importante per il pubblico (giovanile e di limitate disponibilità economiche) e per il pluralismo. Si ritiene pertanto che ***anche in questa bande di frequenze ed in questo segmento di mercato debba essere avviata al più presto una transizione*** alle trasmissioni digitali e che le piccole e medie emittenti analogiche non debbano essere abbandonate al loro destino.

Il ***Piano di transizione analogico-digitale nelle bande FM e AM*** risponde pertanto ad esigenze diverse da quelle del precedente §6.4 perchè il suo obiettivo non deve essere (e non deve apparire) quello di una requisizione di frequenze e di una "strage" di piccole emittenti locali. Questa interpretazione riduttiva della pianificazione è stata l'elemento di maggior debolezza dei Piani Frequenze previsti dalla Legge 249. Dovrà trattarsi, al contrario, di un Piano che aiuti le piccole e medie emittenti locali a trovare la propria giusta dimensione nel nuovo scenario digitale (fornitori di contenuti trasportati da *Network Operator* o membri di Consorzi provinciali o regionali che svolgano il corrispondente ruolo).

Il Legislatore dovrà dunque mettere l'AGCOM in grado di progettare un Piano di transizione che, partendo dallo scenario attuale del mercato, consenta al maggior numero possibili di aziende radiofoniche di trovare un proprio equilibrio economico nel nuovo scenario. Si sottolinea che il Piano di Transizione, data la critica situazione italiana, dovrà svilupparsi su un orizzonte temporale di alcuni anni e che durante questo lasso di tempo le emittenti radio che trasmettono in modalità analogica nella banda FM dovranno convivere, dal punto di vista editoriale e nelle abitudini degli utenti, con le nuove forme della radio digitale che man mano si svilupperanno nella stessa banda o nelle altre bande VHF ed L. E' dunque indispensabile, per conservare un patrimonio industriale e di professionalità, immaginare una transizione che non etichetti la banda FM come il contenitore delle emittenti destinate all'estinzione ma che, al contrario, consenta alla maggior parte di queste emittenti di cogliere l'opportunità digitale.

Quale piattaforma tecnologica è la più adatta a favorire questa transizione? Esistono due alternative: il DRM (standard europeo) e l'IBOC (standard americano). Entrambe le alternative consentono la diffusione di programmi digitali nella banda AM. Nella banda FM, invece, l'unico candidato, allo stato attuale, sarebbe lo standard IBOC anche se per un complesso di ragioni, come già accennato nel §4.3.6) sembra impraticabile la sua estensione all'Europa. E' in corso un aggiornamento dello standard DRM per frequenze fino a 150 MHz (e quindi anche nella banda FM) ma non esiste ancora uno standard certificato ed i tempi previsti sono troppo lunghi (2007-2009). Sarebbe assai importante, a livello ministeriale, spingere per una forte accelerazione dei tempi di standardizzazione.

6.6 NECESSITÀ DI UN NUOVO QUADRO REGOLAMENTARE PER LA RADIOFONIA

A seguito delle osservazioni sopra esposte, il primo passo da compiere dovrebbe essere quello di ***creare un quadro regolamentare certo*** (coerente con le direttive europee e con l'evoluzione della tecnologia) per quel complesso di servizi diffusivi che si suole sintetizzare con la denominazione di ***"datacasting wireless".*** ed in cui ricade la radiofonia digitale.

A questo quadro dovranno contribuire, ciascuno per la sua parte, l'AGCOM e il Legislatore. Allo stato attuale le regole non esistono o sono estremamente lasche per cui, a titolo di esempio, vale la pena di citare alcune questioni non definite (o non regolate):

a) *Potranno esistere "multiplex" solo DVB-H o saranno sempre DVB-H/DVB-T? Il Piano Digitale non lo prevede.*
b) *I Piani Digitali (Radio e TV) dovranno essere aggiornati? Seguendo quali "guidelines"?*
c) *Quante reti nazionali e quante locali saranno previste? Quante reti DVB-T e quante DVB-H?*
d) *Gli operatori "televisivi" potranno trasmettere dati senza limiti antitrust come adesso prevede la legge Gasparri (che non impone alcun vincolo al numero dei cosiddetti "programmi dati" irradiabili da un singolo "broadcaster")?*
e) *Gli operatori di telefonia mobile potranno gestire direttamente i "mutliplex" DVB-H o tale tecnologia sarà riservata ai soli broadcaster?*
f) *I vincoli relativi ai programmi radio si applicano esclusivamente ai programmi trasmessi sui "multiplex" DAB o anche ai programmi trasmessi sui "multiplex" televisivi terrestri?*
g) *La capacità trasmissiva dei "multiplex" DVB-H (ipotizzando un uso esclusivo per broadcasting radio-televisivo) va attribuita al cosiddetto "mercato 18" individuato dall'UE o ad uno degli altri mercati definiti dalle direttive comunitarie?*

Parallelamente ad una ridefinizione del quadro normativo e regolamentare del mercato del *"datacasting wireless",* sarà utile avviare le operazioni di progressiva ***razionalizzazione dell'esistente, secondo le linee che sono state poco sopra indicate.***

7. CONCLUSIONI

Per quanto il quadro esposto nel documento sia abbastanza complesso (sia per le implicazioni tecniche che per quelle "politiche"), le possibili raccomandazioni finali possono sintetizzarsi in pochi punti.
Si è infatti visto che in sostanza ci si può concentrare da un lato nel confronto DMB vs. DVB-H per quanto riguarda l'evoluzione della parte più importante della radiofonia verso il digitale (e più in generale verso la multimedialità diffusiva) e dall'altro sul destino che avranno le tradizionali bande impiegate nel passato (Onde Corte, AM ed FM).
In sintesi, volendo avere un atteggiamento cauto, le possibili raccomandazioni per lo sviluppo del mercato radiofonico possono essere così riassunte:

- *allo stato attuale non è possibile prendere una posizione netta a favore della soluzione DVB-H piuttosto che DAB/DMB perchè da un punto di vista tecnico sono relativamente comparabili e mancano ancora sufficienti prove sperimentali per caratterizzare le possibilità "indoor" ed in mobilità dei due sistemi, anche se certamente il sistema DVB-H è notevolmente più flessibile ed efficiente;*
- *oggi, sulla carta, appare un vantaggio a favore del DVB-H, in particolare se lo sviluppo delle radiofonia digitale si accompagnerà ad un successo dei servizi di Mobile-Tv: in ogni caso, ciò che va certamente raccomandato è che una soluzione DAB/DMB che partisse oggi seriamente in Italia dovrebbe quantomeno porsi l'obiettivo di nascere aperta alla versione DMB con abbandono progressivo del DAB puro, se si vuole avere un efficace sfruttamento dello spettro;*
- *premesso quanto sopra ed avvertiti gli investitori delle criticità cui vanno incontro, riesce difficile pensare che si possano frapporre particolare ostacoli all'avvio del DAB/DMB nella Banda L e, successivamente, nella Banda VHF-III (dopo il contestuale avvio della razionalizzazione delle trasmissioni televisive in questa ultima banda) secondo le indicazioni del presente Regolamento AGCOM, nè d'altra parte dare incentivi a questa soluzione se non in un quadro di neutralità tecnologica anche verso gli altri sistemi;*

- *va seguita con attenzione la possibilità di ulteriore flessibilità offerta recentemente dal DVB-H di inserirsi nelle canalizzazioni previste per il DAB/DMB (vedi §6.2.1);*
- *anche se complessa, occorre favorire la razionalizzazione e transizione analogico-digitale anche nelle bande FM e AM (finora trascurate) - nelle quali si continuerà a concentrare la maggioranza degli operatori radiofonici di piccole dimensioni - attraverso la tecnologia DRM, con inizio di immediate di sperimentazioni in AM e sollecitazione verso gli organismi internazionali per una rapida conclusione del processo di standardizzazione del DRM nella Banda FM;*
- *definizione, da parte di tutte le Istituzioni interessate, di regole certe per il "datacasting wireless" in grado di accompagnare lo sviluppo di tutti i nuovi sistemi;*
- *definizione del quadro regolamentare per la realizzazione di servizi integrati terrestri satellitari, con eventuali "gap-fillers", utilizzanti interfacce radio comuni alle soluzioni predette;*
- *richiesta, nell'ambito del Contratto di servizio alla RAI, di un maggior impegno del Servizio Pubblico Radiotelevisivo nello sviluppo e nella promozione delle nuove reti radiofoniche come elemento motore di una possibile rapida transizione.*

Nell'immaginare un intervento legislativo che accompagni l'evoluzione del mercato radiofonico non si può ignorare le esigenze industriali delle emittenti nazionali con buona capacità di raccolta pubblicitaria e di investimento. ma non è neppure possibile incoraggiare una tendenza protezionistica dello "*status quo"*, limitando le potenzialità della convergenza digitale a scapito di un'efficiente utilizzazione dello spettro e della massimizzazione della capacità (e quindi del livello di pluralismo) disponibile.
Di conseguenza, bisognerà individuare meccanismi di carattere strategico che rispondano e disinneschino alcuni timori elencati nel §6 senza condizionare il naturale ed efficiente sviluppo del mercato. I meccanismi principali potrebbero essere:

- *l'eventuale valorizzazione di "Network Operator" indipendenti dai fornitori di contenuti, al fine di razionalizzare l'uso delle frequenze televisive presenti in Banda VHF-III, in grado di garantire uno sviluppo ordinato delle reti e di eliminare alcune barriere di carattere psicologico (e non solo) all'impiego di reti di operatori di rete controllati dai fornitori di contenuti;*
- *l'appoggio alla formazione di Consorzi per le infrastrutture (nazionali e/o regionali e/o provinciali).*

8. Acronimi

AAC	*MPEG4-Advanced Audio Coding:*standard di compressione audio di ultima generazione
ADSL	"*Assymetric Digital Subscriber Line":* sistema trasmissivo su coppie telefoniche
AGCOM	Autorità per la Garanzia nelle Comunicazioni
AM	"*Amplitude Modulation"* è il termine con cui storicamente (dal nome della tecnica usata per la modulazione si caratterizza anche la banda delle Onde Medie (*526-1720 KHz)*
CD	*Compact Disk:* per registrazione ottica di brani musicali non compressi (650 MB)
CSA	« *Conseil Supérieur de l'Audiovisuel* »: organismo francese di regolamentazione
Broadcast	" *da uno a tutti" : servizi diffusivi universali*
COFDM	*Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing.* sistema di modulazione multicarrier
DAB/DMB	*Digital Audio/Digital Multimedia Broadcasting:* standard di diffusione audio e MM
DRM	*Digital Radio Mondiale:* standard diffusivo radiofonico per AM, Onde lunghe e corte
DRM	*Digital Right Management*
DVD	*Digital Video Disk:* registrazione ottica di film (con doppio strato fino a 4-5 GB)
DVB-H	*Digital Video Broadcasting-Handheld:* standard diffusivo europeo per servizi multimediali (MM) verso i cellulari
DVB-S	*Digital Video Broadcasting- Satellite:* standard europeo per TV digitale da satellite
DVB-T	*Digital Video Broadcasting-Terrestrial*: standard europeo per servizi TV digitale terrestre
EBU	*European Broadcasting Union*
GPRS	*General Packet Radio Service:* sistema di trasmissione dati a pacchetto per cellulari
GSM	*Global System for Mobile communication:* standard europeo di telefonia cellulare
FCC	*Federal Commission of Communication* - Organismo USA di controllo TLC
FM	"*Frequency Modulation"* è la tecnica usata per la modulazione che dà anche il nome alla relativa banda *(87.7-107.7 MHz)*
IBOC	*In Band On Channel*: standard USA di radiofonia per FM, AM, Onde lunghe e Corte
IMT-2000	*International Mobile Telecommunication 2000*
ISDB	*Integrated Service for Digital Broadcasting:* standard nipponico di diffusione MM
IP	*Internet Protocol:* Protocollo di trasmissione dati a pacchetti sulle reti
ITU	*International Telecommunication Union* (UIT in francese*)*
kB	*kiloByte:* misura di capacità di informazione pari a mille Bytes (1B= 8 bits)
Kbit/s	*Kilobits/second:* misura di bit-rate pari a una velocità di mille bits per secondo
MB	*MegaByte:* misura di capacità di informazione pari ad un milione di Bytes (1B= 8 bits)
Mb/s	*Mega bits/second:* misura di bit-rate pari a una velocità di un milione di bits per secondo
MBMS	*Multimedia Broadcast Multicast Service:* standard diffusivo MM per cellulari
MP3	*MPEG2-Audio layer 3:* standard di compressione audio (tipico dei *file* musicali Internet)
MPE-FEC	*Multi Protocol Encapsulation - Forward Error Correction*
Multicast	*"da uno a molti": servizi diffusivi tematici o per categorie di persone*
MUSICAM *(vedi nota 3)*	*Masking Pattern Universal Sub-band Integrated Coding And Multiplexing-MPEG1-Audio Layer 1* e *MPEG2-Audio Layer 2:* standard di compressione audio di prima generazione
mQAM	*tipo di modulazione di ampiezza e fase ad m livelli delle portanti multicarrier COFDM*
MSS	*Mobile Satellite Service*
QCIF	*Quarter Common Intermediate Format:* vecchio nome oggi adottato per lo standard video dei cellulari
SFN	*Single Frequency Network:* reti a singola frequenza per diffusione di TV digitale
UMTS	*Universal Mobile Telecommunication System*
UHF	*Ultra High Frequency:* gamma dello spettro radio da 300 a 3000 MHz impiegata per servizi di diffusione televisiva e per collegamenti direttivi punto-punto in Ponti Radio
Unicast	*"da uno a uno":* servizi individuali (tipico il servizio "on demand")
VCR	*Video Cassette Recorder*
VHF	*Very High Frequency:*gamma dello spettro radio da 30 a 300 MHz per servizi di diffusione radiofonica FM (88-108 MHz: VHF-II),TV (45- 68: VHF-I; 175-225 MHz: VH-III)
Wi-Fi/Wi-Max	*Wireless Fidelity:* sistemi *wireless a* 2.4GHz per IEEE 802.11b/g e 5GHz per 802.11a

9. RIFERIMENTI

[1] *"Approvazione del programma per lo sviluppo in Italia della radiodiffusione sonora in tecnica digitale", Decreto 14 novembre 2001 del Ministero delle Comunicazioni, Gazzetta Ufficiale n. 291, 15 dicembre 2001.*

[2] ***DAB:***

- *ETSI ETS 300 401 Radio broadcasting systems; Digital Audio Broadcasting (DAB) to mobile, portable and fixed receivers (*recepita dall'ITU-R nella Raccomandazione BS.1114).
- *REC. ITU-R BS.1114-5 Systems for terrestrial digital sound broadcasting to vehicular, portable and fixed receivers in the frequency range 30-3 000 MHz*

[3] **DMB*:***

- *ETSI TS 102 428 Digital Audio Broadcasting (DAB); DMB video service; User Application Specification*
- *S-DMB: ITU-R BO 1130-4 'System E' Systems for digital satellite broadcasting to vehicular, portable and fixed receivers in the bands allocated to BSS (sound) in the frequency range 1400-2700 MHz*

[4] ***ISDB:***

- ***I****SDB-S: ARIB STD-B20 8 (*recepita dall'ITU-R nella Raccomandazione ITU-R BO.1408: "*Transmission system for advanced multimedia services provided by integrated services digital broadcasting in a broadcasting-satellite channel")*
- *ISDB-T: ARIB STD-B31 (*recepita dall'ITU-R nella Raccomandazione ITU-R BT.1306-1: "*Error-correction, data framing, modulation and emission methods for digital terrestrial television broadcasting")*

[5] ***DVB-H:***

- ***ETSI EN 302 304 (DVB)****; Transmission System for Handheld Terminals (DVB-H)*

[6] ***MBMS:***

- *3GPP TS 22.146. Multimedia Broadcast/Multicast Service (MBMS); Stage 1 (Release 6)*
- *3GPP TS 23.246. Multimedia Broadcast/Multicast Service (MBMS); Architecture and functional description (Release 6)*
- *3GPP TR 23.846. Multimedia Broadcast/Multicast Service (MBMS); Stage 2 (Release 6)*
- *3GPP TR 25.803. S-CCPCH performance for MBMS (Release 6)*
- *3GPP TR 29.846. Multimedia Broadcast/Multicast Service (MBMS); CN1 (Release 6)*
- *3GPP TS 33.246. 3G Security; Security of Multimedia Broadcast/Multicast Service (Release 6)*
- *3GPP TS 43.246. Multimedia Broadcast/Multicast Service (MBMS) in GERAN; Stage 2 (Release 6)*

[7] ***IBOC*:**

- *REC. ITU-R BS.1114-5 Systems for terrestrial digital sound broadcasting to vehicular, portable and fixed receivers in the frequency range 30-3 000 MHz* (il sistema è indicato come Digital System C)

[8] ***DRM*:**

- *ETSI ES 201 980 Digital Radio Mondiale (DRM) System Specification*
- *IEC PAS 62272-1 Digital Radio Mondiale (DRM) - Part 1: System specification (published in 2002).*
- *Rec. ITU-R BS.1514 (04/01) System for digital sound broadcasting in the broadcasting bands below 30 MHz*

[9] *http://www.drm.org/system/universalstandard.php*

[10] *"Approvazione del regolamento recante la disciplina della fase di avvio delle trasmissioni radiofoniche terrestri in tecnica digitale", Autorita' per le Garanzie nelle Comunicazioni, Deliberazione 9 Marzo 2005 (Deliberazione n. 149/05/CONS). Gazzetta Ufficiale. n.69, 24 marzo 2005*

[11] *Report to the 61st DVB-TM meeting (Author: David Crawford, Rapporteur) 29.06.2005*

Annesso 1

A1. Richiamo sui principi di codifica di sorgente per compressione audio

Schede riassuntive dei diversi standard impiegati in radiofonia digitale.

SOMMARIO **PG.**

A1.0 **PREMESSA**..... 50
A1.1 **LE CODIFICHE AUDIO PERCETTIVE ED I RELATIVI FONDAMENTI**.....50
A1.2 **TECNOLOGIE DELLE CODIFICHE AUDIO PERCETTIVE**.....52
A1.3 **STANDARD DI CODIFICA AUDIO PERCETTIVA: : MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4, AAC, ECC.**..... 55
A1.4.1 ***MUSICAM (MPEG 1- AUDIO LAYER 2 E MPEG 2 AUDIO LAYER 2)***..... 57
A1.4.2 ***L'ALGORITMO MP3 (MPEG 1 - AUDIO LAYER3I E MPEG 2 AUDIO LAYER 3)***..... 57
A1.4.3 ***L'ALGORITMO AAC (MPEG 2 - ADVANCED AUDIO CODING)***..... 59
A1.4.4 ***OPZIONI AAC***..... .59
A1.4.5 ***CODIFICHE WMA E REALAUDIO***.....63
A1,4,6 ***IBIQUITY'S HDC CODEC***.....63
A1.4 **TABELLA RIASSUNTIVA DELLE CARATTERISTICHE DEI CODEC**.....64

A1.0 PREMESSA

Ridurre la quantità di informazioni da trasmettere, senza "percettibile" perdita di qualità, è un compito che le trasmissioni audio hanno da sempre ed in ogni scenario comunicativo (dalla telefonia alla radio, ai supporti di massa, ecc.) considerato primario in quanto direttamente collegato ad un immediato e quasi lineare beneficio economico.

La scelta di un sistema di codifica audio è frutto di un compromesso tra esigenze contrastanti:

- ***bit-rate*** - si misura in bit/s (numero di bit necessari per trasmettere un secondo di audio): a parità di qualità del segnale maggiore sarà il tasso di compressione ottenuto dal codificatore, minore sarà il bit-rate e di conseguenza il costo di trasmissione del segnale;
- ***ritardo di elaborazione ("processing delay")*** - rappresenta la somma dei tempi impiegati da *encoder* e *decoder* per eseguire le rispettive operazioni di codifica (compressione) e decodifica (decompressione): un ritardo di elaborazione superiore a qualche decina di millisecondi (ms) può creare problemi per la diffusione della trasmissioni in diretta;
- ***qualità del segnale*** - indica la differenza tra la qualità percepita del suono tra prima e dopo la codifica.

La tecnica di base per la rappresentazione in forma numerica (digitalizzazione) dei segnali audio è il PCM ("*Pulse Code Modulation")*. Per i segnali stereo musicali è diventato uno standard *de facto* il sistema PCM utilizzato per i CD le cui caratteristiche vengono prese come riferimento per l'audio di alta qualità. Si tratta di due canali (stereo) con banda 0÷20 KHz, la cui frequenza di campionamento è di 44.100 KHz con quantizzazione a 16 bit per campione. La *bit-rate* risultante è pari a circa 1,4 Mbit/s.

Per l'audio telefonico sono tuttora in uso tecniche di "*companding*", la più nota delle quali è la Raccomandazione ITU-T G.711 (banda 0÷4 KHz, frequenza di campionamento 8 KHz, quantizzazione ad 8 bit per campione con leggi A o μ e *bit-rate* risultante pari a 64 Kbit/s). Queste leggi, sebbene non siano propriamente delle tecniche di codifica, basano la loro funzionalità sullo sfruttamento delle limitazioni percettive dell'apparato uditivo (la sensibilità di percezione diminuisce con l'ampiezza del segnale).

Per molti anni si è seguita la filosofia di ***codifica a forma d'onda***. La tecnica consiste nel trasmettere informazioni atte a ricostruire un segnale audio il più simile possibile all'originale, dove con il termine più simile si intende la minimizzazione di una distanza o distorsione tipicamente nel dominio della frequenza.

Considerando il fatto che un tipo di segnale audio privilegiato è quello vocale, una particolare attenzione è stata dedicata ai ***modelli a codifica di sorgente***. Infatti per quanto riguarda la voce, le conoscenze teoriche sul modello di produzione (l'apparato vocale umano) erano molto avanzate, e questo ha permesso di creare modelli ancora oggi efficientissimi. Questi ***"vocoder"*** basati essenzialmente su una strategia di "*Analysis by Synthesis*" (AbS) raggiungono, per segnali audio specifici ed in particolare per la voce, un altissimo grado di compressione pur mantenendo un'ottima qualità. Purtroppo però tali soluzioni non risultano estendibili a tutti i tipi di segnali audio ed in particolare a quelli musicali.

A1.1 LE CODIFICHE AUDIO PERCETTIVE ED I RELATIVI FONDAMENTI

Nella seconda metà degli anni '70, si è cominciato a sviluppare un ***nuovo paradigma di codifica basato sul modello del sistema uditivo umano***. In altri termini la codifica non mira a riprodurre un modello di "sorgente" (stante l'esistenza di infiniti sistemi di produzione quali voce, musica, rumore, ecc.), ma un modello di "ricevente" (stante l'unico sistema di ricezione che è il sistema uditivo umano). Le prospettive offerte erano tali da rivoluzionare l'intero ambito delle codifiche audio, dalle comunicazioni telefoniche all'alta fedeltà musicale.

Le codifiche audio percettive si pongono come obiettivo che la percezione del segnale audio codificato sia "simile" alla percezione del segnale audio originale, e non che i due segnali siano simili tra loro.

Il modello percettivo risulta superiore a quello analitico in quanto evidenzia fenomeni del nostro sistema auditivo sino ad allora scarsamente sfruttati. In particolare si è trovato che il segnale analitico, sia nella sua configurazione spettrale statica, sia nella sua dinamica temporale, veicola una serie di informazioni a cui il nostro sistema auditivo è totalmente sordo. Pertanto l***a rimozione di tutte queste informazioni non percepibili***, non sminuirà assolutamente la qualità del segnale percepito.

Più in dettaglio le tecniche impiegate sono quelle esposte di seguito.

a) Mascheramento in frequenza

È un'***approssimazione del modello auditivo*** ed in particolare dei fenomeni che si hanno nel funzionamento della membrana basilare dell'orecchio interno. Infatti la sua risposta in frequenza non è lineare ma può essere descritta come dei filtri ampiamente sovrapposti e di banda intorno ai 50-100Hz per frequenze inferiori ai 500Hz e quindi di banda via via crescente al crescere della frequenza sino a bande di 5 KHz. Un'analisi lineare in frequenza sarà perciò inadatta al compito. Inoltre la risposta del nostro sistema ad uno stimolo acustico non è uguale a tutte le frequenze udibili. Esiste una curva che descrive la soglia di udibilità ovvero il limite di intensità ad una data frequenza per cui un certo suono non risulta più udibile. La zona di massima udibilità è intorno ai 500-2000 Hz (non a caso la lingua parlata si muove principalmente proprio nella zona di massima udibilità).

Come primo esempio si può considerare il caso statico di un suono stabile nel tempo (un tono o una serie di toni). Il ***"mascheramento simultaneo"*** è un fenomeno per cui un segnale con una componente in frequenza di sufficientemente basso livello, viene reso non udibile (mascherato) da un altro suono avente una componente simultanea di livello più elevato. L'effetto è più efficace nelle vicinanze della componente che provoca il mascheramento e quindi per quelle componenti vicine in frequenza al suono con la componente ad ampiezza maggiore. Spesso il segnale mascherato contiene poca informazione (rumore di quantizzazione, errori di trasmissione, residuo dell'*aliasing,* ecc.). Inoltre l'effetto di mascheramento è più marcato per le componenti a frequenza superiore rispetto alla frequenza della mascherante.

In assenza di "mascheratori" inoltre un suono risulta non udibile se si trova al di sotto della curva di quiete; curva che è funzione della frequenza è che ha un *range* di oltre 60 dB. La curva di mascheramento è diversa in funzione della frequenza ed in particolare il mascheramento è massimo al limite sinistro delle bande critiche di percezione. Il valore che misura il mascheramento è il SMR ("*signal to mask ratio"*).

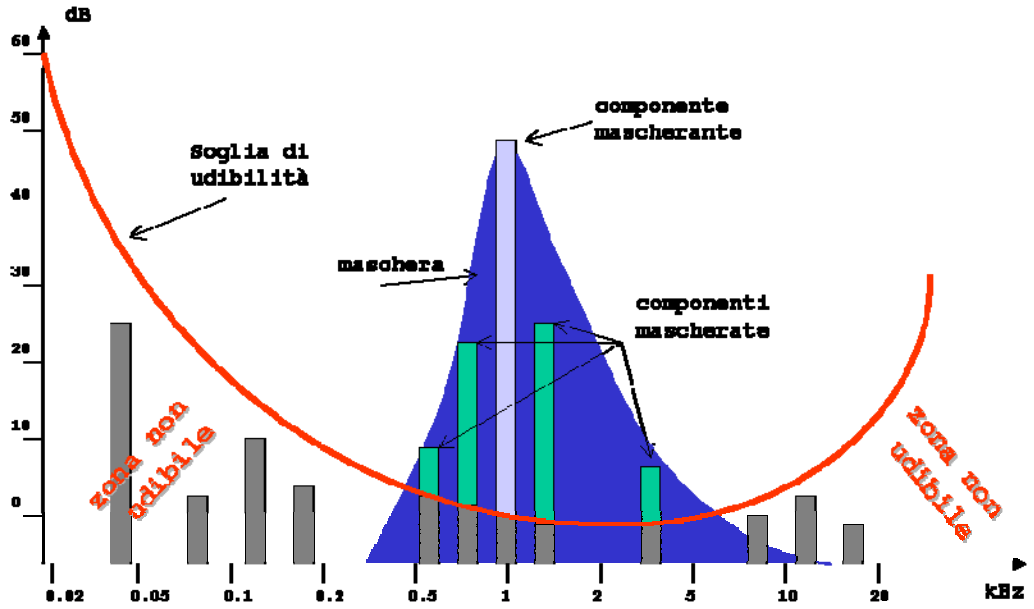


Fig. A1.1 Mascheramento

Nel caso più generale in cui nel segnale sono contenute più componenti di mascheramento simultaneo, ciascuna avente la sua figura di mascheramento, dovrà essere calcolata la curva relativa alla "soglia di mascheramento globale" che delimiterà il livello di distorsione udibile in funzione della frequenza.

b) Mascheramento nel tempo

In aggiunta al mascheramento in frequenza vi è il cosiddetto "mascheramento temporale", che svolge un ruolo importante nella funzione di percezione dell'apparato auditivo. Questo fenomeno si verifica quando due suoni vengono generati ad intervalli di tempo molto vicini tra loro ed è funzione

del livello di pressione di ciascuno dei due suoni. In particolare il suono di livello più elevato può mascherare quello di livello inferiore, anche se questo (quello mascherato) precede nel tempo quello che genera il fenomeno di maschera. L'arco di tempo in cui agisce il pre-mascheramento è molto minore di quello relativo al post-mascheramento, circa dell'ordine di un decimo. Il post-mascheramento ha infatti una durata che può andare da 50 ai 200ms, mentre il pre-mascheramento da qualche millisecondo ad una ventina di millisecondi.
Il mascheramento temporale può quindi essere diviso in: pre, simultaneo e post mascheramento. Il post-mascheramento è dovuto ai tempi di risposta del nostro sistema uditivo; il pre-mascheramento è un fenomeno che ha origine nei centri nervosi a livello alto della fase di elaborazione degli stimoli acustici. È un fenomeno non casuale in quanto si "manifesta" prima di quando sia evidenziata la sua causa, ed è quindi totalmente non modellabile secondo le classiche tecniche di elaborazione del segnale.

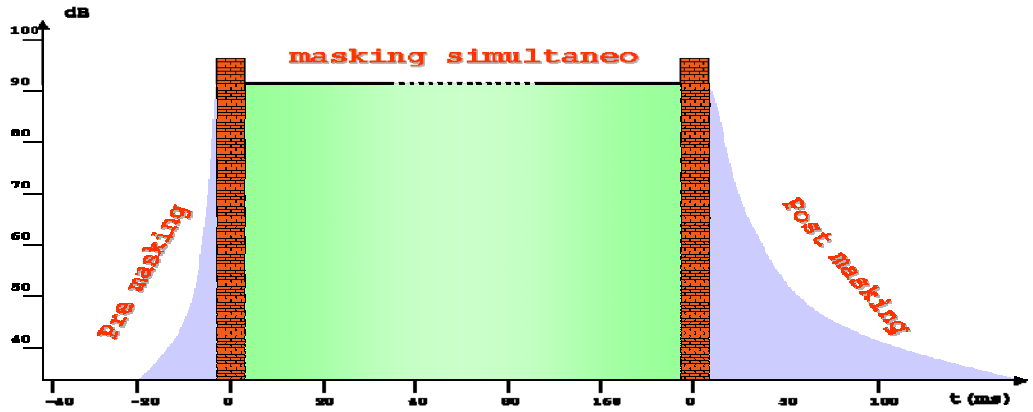


Fig. A1.2 Mascheramento temporale

A1.3 TECNOLOGIE DELLE CODIFICHE AUDIO PERCETTIVE

Avendo, in precedenza, accennato quali siano le "limitazioni" del sistema percettivo, si possono ora illustrare le tecniche matematiche per realizzare una codifica basata su tali principi.

a) Codifica in frequenza

Si guarda all'andamento in frequenza come se fosse un vero e proprio segnale (e non la sua rappresentazione) e sulla base delle conoscenze percettive si applicano le riduzioni più opportune.
Nei sistemi di codifica in frequenza, i segnali ***"rilevanti"*** (la parte di forma non piatta dello spettro a breve termine del segnale audio) e quelli ***"irrilevanti"*** (componenti al di sotto della soglia psico-acustica) sono studiati ed individuati al fine di ridurre la quantità di dati da trasmettere rispetto ad un semplice PCM.
Per fare questo si cerca di selezionare delle "porzioni" dello spettro il più scorrelate possibile tra loro e quindi lavorare 'separatamente" su ciascuna di queste. Questa operazione è effettuata da due tipi di codificatori: gli **SBC (*"Sub Band Coding")*** e i **TC (*"Transforming Coding"*)**.
Gli SBC sono dei banchi di filtri ed il segnale può essere ricostruito in maniera additiva a partire dalle uscite del banco di filtri. Il segnale può quindi essere opportunamente decimato a seconda della banda del filtro (ed ovviamente dovrà essere interpolato in fase di sintesi). A causa del campionamento delle uscite dei filtri e della sovrapposizione dei filtri medesimi si può avere un effetto di *aliasing* in fase di sintesi. I filtri a quadratura speculare o a polifase minimizzano tale inconveniente e sono quindi da preferire per questo particolare utilizzo.
Nei sistemi TC, l'insieme di un blocco di campioni viene trasformato linearmente attraverso un operatore che produce un insieme di coefficiente non (o quasi) correlati. Tipicamente si utilizza una trasformazione di tipo "*Discrete Cosine Transform*". Il valore finito del "blocco" di analisi genera un errore di "*boundary block*" che può essere eliminato operando su blocchi parzialmente sovrapposti ed utilizzando opportune trasformazioni.
Strutture ibride SBC-TC sono anche utilizzate, e si sono mostrate molto duttili ed efficaci nel modellare, con diversa risoluzione, le diverse zone dello spettro.

b) Commutazione di finestra

Un fattore cruciale nella codifica del segnale nel dominio della frequenza è quello della formazione di un effetto detto di ***"pre-eco".*** Si consideri, ad esempio, un suono di grande potenza e impulsivo (un gong, un colpo di batteria, ecc.): un attacco così pronunciato sarà accompagnato da un pari errore di quantizzazione. Se prima dell'impulso vi era "silenzio", tale errore risulta percepibile come un "pre-eco".

Sia i sistemi TC, sia gli SBC saranno capaci di distribuire l'errore in questione su tutto lo spettro di frequenza. ma non possono eliminare completamente questo effetto indesiderato. Effetti di pre-mascheramento possono in qualche modo venire a contrastare tale disturbo ma solo su intervalli temporali molto piccoli dell'ordine di qualche millisecondo.

Volendo evitare tale effetto, si deve effettuare una analisi del segnale su finestre temporali tali da potersi considerare intervalli di tempo molto brevi; in altre parole si dovrà diminuire il numero di punti del segnale su cui si effettua la MDCT ("*Modified Discrete Cosine Transform*") o altresì infittire il campionamento del SBC.

Un metodo per ridurre il sovraccarico computazionale generato da tale approccio è quello di utilizzare finestre di analisi (ovvero campionamenti SBC) variabili ed in particolare più piccole nel dominio temporale (minor numero di punti) laddove vi sono possibilità di effetto di pre-eco.

In ogni caso è necessario definire una strategia di compromesso che tenga conto, a seconda della dinamica del segnale, di una maggior o minore risoluzione temporale e quindi, rispettivamente, di una minore o maggiore risoluzione nel dominio delle frequenze della descrizione del segnale.

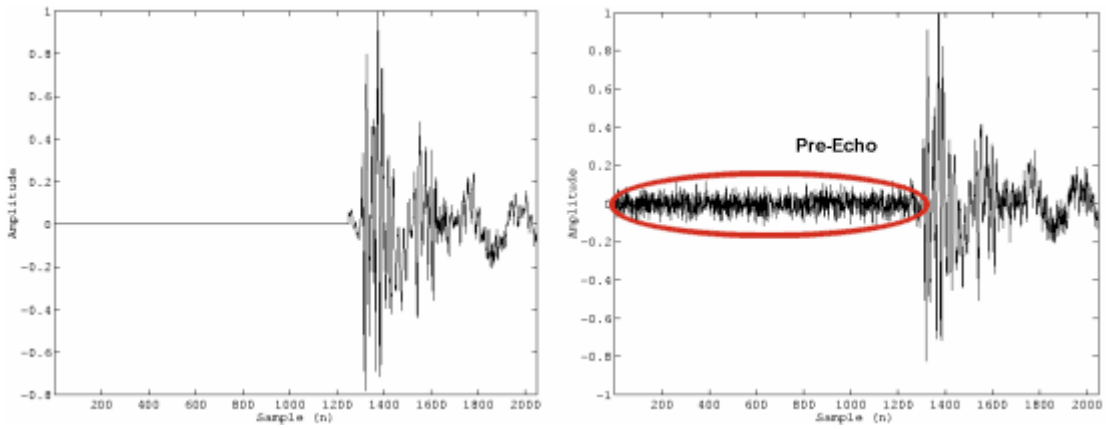


Fig. A1.3 Effetto di pre-eco

c) Allocazione dinamica

Una volta identificate quale siano le metodologie e le tempistiche di analisi e conseguentemente il segnale "rilevante", si otterrà l'informazione che dovrà essere codificata e preparata per la trasmissione. È quindi possibile, sulla base delle precedenti operazioni, descrivere con una risoluzione diversa i coefficienti risultanti dall'analisi in funzione di quanto questi singoli coefficienti siano importanti a livello percettivo.

Tale operazione può essere effettuata anche in maniera dinamica, ovvero la distribuzione dei bit necessari a descrivere un dato coefficiente può essere valutata di volta in volta a seconda delle caratteristiche del segnale. Il sistema TC allora diviene un ATC ("*Adaptive Transform Coding"*), in cui, ad esempio, sulla base di una trasformazione DCT si ottiene una stima dello spettro a breve termine del segnale e attraverso un'approssimazione lineare della forma di tale spettro nel dominio delle frequenze logaritmiche, si assegna la quantità di bit da utilizzare per le varie componenti.

Le tecniche ATC hanno un gran numero di inconvenienti (effetti di bordo, pre-eco, qualità variabile con la frequenza di campionamento, ecc..) e sono, per la loro intrinseca non linearità, tecniche molto delicate da manipolare. Tuttavia il loro utilizzo nelle varie versioni di codifica MPEG ha mostrato come, nonostante i problemi e le difficoltà associate, queste tecniche contribuiscano in modo essenziale alla complessa catena che costituisce la codifica audio di alta qualità.

A1.3.1 CODIFICATORE PERCETTIVO

Sulla base di quanto illustrato in precedenza si riporta, in figura A1.4, uno schema di un generico codificatore percettivo e del corrispondente decodificatore. I blocchi fondamentali di cui è composto il codificatore sono i seguenti:

Banco di filtri

Eventualmente integrato da trasformazioni lineari (quali la DCT), è utilizzato per decomporre il segnale originale in un certo numero di componenti spettrali ciascuna con banda più stretta dell'originale (o, in modo equivalente, con frequenza di campionamento più bassa nel tempo). Accoppiato al corrispondente banco di filtri nel decoder costituisce un sistema di analisi e sintesi del segnale.

Modello Percettivo

Fornisce una stima del valore attuale della soglia di mascheramento elaborando il segnale d'ingresso e/o l'uscita del banco di filtri sulla base di regole che modellano il sistema uditivo umano.

Quantizzazione e codifica

Le componenti spettrali sono quantizzate e sottoposte a codifica entropica con l'obiettivo di mantenere il rumore di quantizzazione al di sotto della soglia di mascheramento e garantendo il *bit-rate* richiesto.

Formattazione dei dati

Organizzazione dei dati della codifica (tipicamente i coefficienti spettrali quantizzati e codificati e le informazioni ausiliarie per la decodifica quali l'allocazione dei bit) nella sintassi che il decoder è in grado di interpretare.

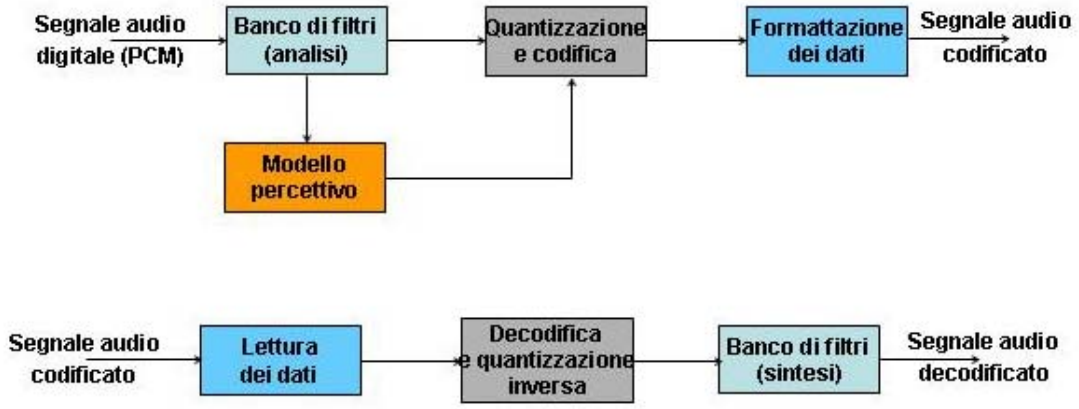


Fig. A1.4 Schema a blocchi di un codificatore percettivo

A1.4 STANDARD DI CODIFICA AUDIO PERCETTIVA: MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4, AAC, ECC.

Gli standard di codifica audio di tipo percettivo sono stati definiti principalmente in ambito ISO, nel gruppo di lavoro WG11-MPEG ("*Motion Picture Expert Group*" del Sottocomitato 29 (*Coding of Audio, Picture, Multimedia and Hypermedia Information)* del JTC 1, Comitato Tecnico Congiunto ISO/IEC. Tale gruppo si occupa della codifica audio video digitale.

Lo standard MPEG-1 definito al termine degli anni 80, prevede per la codifica audio tre algoritmi differenti di tipo percettivo identificati come *Layer* 1, *Layer* 2 e *Layer* 3.

La prima versione dello standard MPEG-2 Audio, pubblicata nel 1994, si limitava ad introdurre due estensioni alle procedure definite in MPEG-1:

- la codifica per segnali multicanale, come ad esempio quelli dei sistemi audio 5.1, compatibile con MPEG-1;
- la codifica a frequenze di campionamento più basse (16, 22.05 e 24 KHz) rispetto a quelle già previste da MPEG-1 (32, 44.1, 48 KHz), al fine di incrementare l'efficienza ai bassi bit-rate.

Nessuna tecnica innovativa veniva introdotta negli algoritmi rispetto a quanto già specificato in MPEG-1 con l'unica eccezione di qualche meccanismo rivolto alla codifica combinata dei canali nel caso di sorgenti multicanale.

Tuttavia, negli stessi anni, alcune sperimentazioni avevano dimostrato che abbandonando il vincolo di compatibilità con la codifica MPEG-1 e introducendo nuovi meccanismi di codifica recentemente sviluppati, si sarebbero ottenute prestazioni nettamente superiori a quanto allora definito (in

particolare per la codifica multicanale). Nacque così, in ambito MPEG-2, l'AAC (*Advanced Audio Coding*) come ***codifica di seconda generazione*** per segnali audio stereo e multicanale, non più compatibile con MPEG-1.
Nello standard **MPEG-4** audio, definito al termine degli anni 90, è prevista una famiglia di algoritmi di codifica che coprono un vasto range di *bit-rate*, qualità e conseguenti applicazioni. Sono previsti sia metodi di codifica ottimizzati per ***bit-rate*** bassissimi fino a 2 Kbit/s sia metodi per codifiche ad alta qualità, 64 Kbit/s ed oltre.
Tra le codifiche a basso *bit-rate* particolarmente interessanti sono quelle specializzate per il solo segnale vocale umano. Si tratta dell' MPEG-4 CELP ("*Code Excited Linear Predicatio*n") e MPEG-4 HVXC ("*Harmonic Vector eXcitation Coding")* usate nel sistema radiofonica DRM e simili alle codifiche per l'audio della telefonia mobile. Nel sistema DRM il metodo CELPT viene usato sia a frequenze di campionamento di 8 KHz (banda 100÷3800 Hz; *bit-rate* 3,85÷12,2 Kbit/s) o di 16 KHz (banda 50÷7000 Hz; *bit-rate* 10,9÷23,8 Kbit/s); mentre l'HVXC viene usato solo con campionamento ad 8 KHz (banda 100÷3800 Hz bit rate 2÷4 Kbit/s)
Per codifiche di segnali audio generici a *bit-rate* medio alti lo standard prevede l'uso dell'algoritmo AAC.
In tempi molto recenti, l'algoritmo AAC (diventato AAC+) ha recepito due tecniche sviluppatesi al di fuori del gruppo di lavoro MPEG, la "*Spectral Band Replication"* e il "*Parametric Stereo*" che saranno descritte al termine del presente Annesso.
Nel seguito si descriveranno i punti essenziali delle tecniche MPEG-1/2 Layer 2, Layer 3 e MPEG-2-AAC.

A1.4.1 MUSICAM (MPEG-1 AUDIO LAYER 2 E MPEG-2 AUDIO LAYER 2).

Il sistema di ***codifica MUSICAM*** ("*Masking-pattern Universal Sub-band Integrated Coding And Multiplexing"*), è descritto nello standard MPEG-1 (ISO/IEC 11172-3) ed MPEG-2 (ISO/IEC 13818-3). In entrambi gli standard è identificato come codifica Audio Layer 2 e viene applicato nell'audio DAB, nel DVB-S, e nel DVB-T.
Il sistema è basato sul metodo di codifica a sottobande (SBC). Partendo da un segnale PCM con campionamento a frequenza di 48 KHz, quantizzazione lineare e codifica a 16 bit, che si traduce in un bit-rate pari a 768 Kbit/s per canale, vengono trattate 32 sottobande, ricavate attraverso filtraggio del segnale con un banco di filtri numerici.

a) Banco di filtri

Il banco di filtri suddivide lo spettro di ingresso in 32 sottobande di ampiezza 750 Hz. La frequenza di campionamento entro ogni sottobanda risulta pari a f'_s = 48/32 KHz = 1,5 KHz esattamente il limite di Shannon.
I campioni prelevati in ogni sottobanda vengono raggruppati in blocchi, costituiti da 12 campioni consecutivi, per una finestra temporale di durata pari a τ = 12/1,5*103 = 8 ms.

b) Fattore di scala

Da ogni blocco viene ricavato un fattore di scala, ovvero un indicatore del livello massimo del segnale nella sottobanda, livello che viene codificato con 6 bit, generando quindi una scala a 64 livelli.
In fase di decodifica il segnale audio originario viene ricostruito, per ogni sottobanda, sulla base del fattore di scala determinato e dei bit assegnati per i campioni del segnale.
Un'ulteriore riduzione del bit rate si ottiene sfruttando il comportamento statistico del fattore di scala. La probabilità che due fattori di scala consecutivi differiscano di più di 2 dB, infatti, è minore di 0,1. Inoltre, a causa della sensibilità del sistema uditivo umano, il fattore di scala relativo ad un rapido incremento del livello del segnale risulta molto più importante rispetto a quello in concomitanza di un rapido decremento ai fini di una corretta ricostruzione del segnale compresso.
Si considerano gruppi di tre valori consecutivi del fattore di scala (che costituiscono pattern di durata pari a 24 ms) e per ogni gruppo si trasmettono solo i valori più significativi dal punto di vista soggettivo.
La durata della finestra temporale di 24 ms risulta una scelta ottimale in relazione ai fenomeni di post-mascheramento.

c) Modello percettivo

Parallelamente alle operazioni di codifica e compressione del fattore di scala si procede alla valutazione della soglia di mascheramento di ciascuna sottobanda e quindi alla valutazione della soglia complessiva, attraverso un'operazione di FFT ("*Fast Fourier Transform*"): in corrispondenza di

ogni pattern vengono elaborati 512 campioni, con una risoluzione spettrale pari ad 1/8 della larghezza di ogni sottobanda.

Schema a blocchi del codificatore MUSICAM.

Le sei parti che lo compongono sono:

1. Banco di filtri per l'analisi

2. Calcolo del fattore di scala.

3. Modello psicoacustico.

4. Allocazione dei bit.

5.Quantizzazione e codifica.

6. Formattazione sequenza di bit.

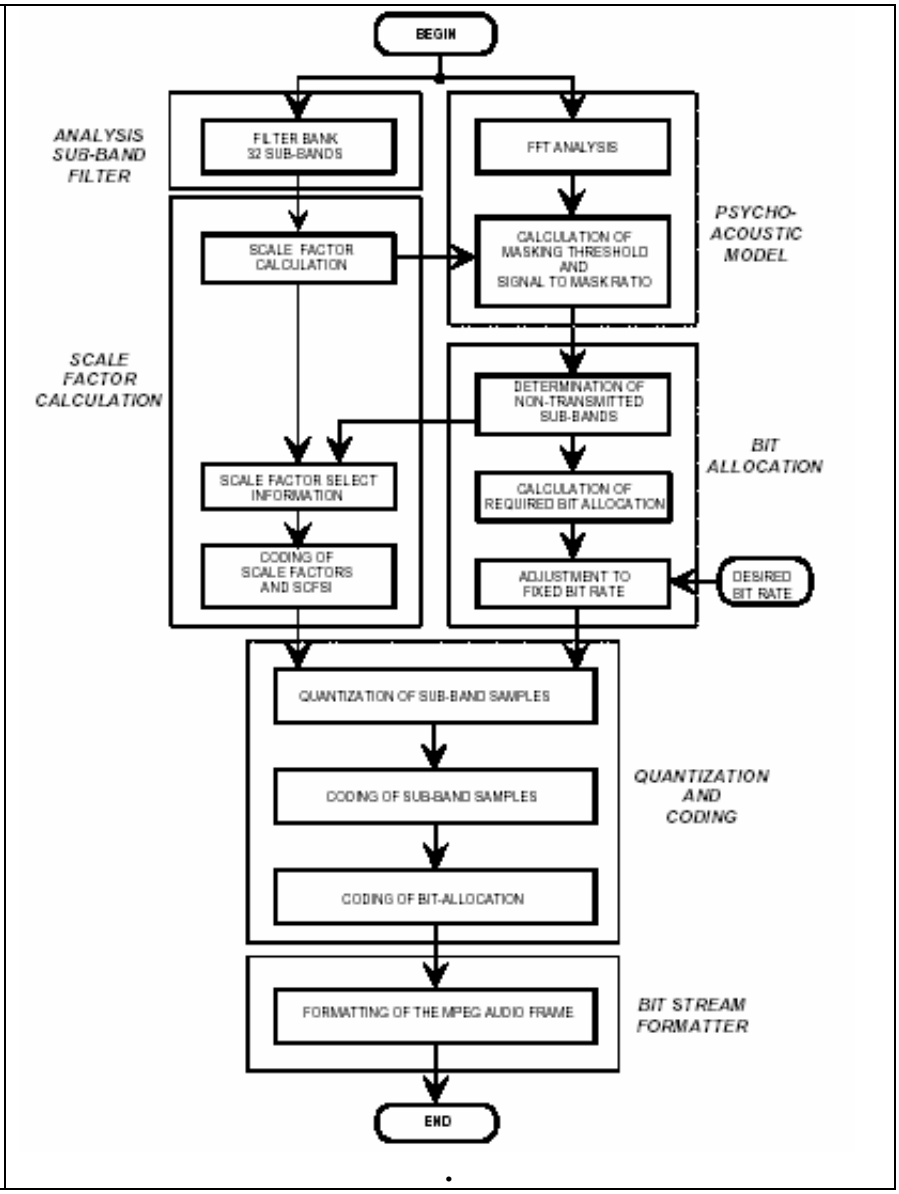


Figura A1.5: Processo di codifica MPEG Audio Layer 2

d) Allocazione dei bit

Il numero di bit necessari a codificare il segnale entro ogni sottobanda viene calcolato sulla base della differenza fra il livello del fattore di scala ed il livello minimo della soglia di mascheramento, al fine di garantire il mascheramento del rumore di quantizzazione.

Tale processo prende il nome di allocazione dinamica dei bit; in particolare per alcune sottobande il fattore di scala può risultare completamente mascherato, per cui non viene trasmesso nulla.

Evidenze sperimentali mostrano che il numero di bit utilizzati per quantizzare il segnale entro una data banda varia significativamente da *pattern* a *pattern* solo in concomitanza di repentine variazioni di livello. Inoltre, segnali audio a banda stretta richiedono, in generale, bassi *bit-rate* perchè molte delle sottobande presentano livelli di segnale al di sotto della soglia di mascheramento. Segnali con elevati livelli ad alta frequenza richiedono un *bit-rate* maggiore perchè il contenuto di molte sottobande risulta non trascurabile.

e) Codifica e quantizzazione

A conclusione della procedura i campioni delle sottobande possono essere quantizzati utilizzando i fattori di scala e l'allocazione dei bit stabilita in precedenza.

Le sottobande quantizzate nonché i dati dell'allocazione dei bit vengono infine codificati con codifica entropica per la trasmissione.

f) Formattazione dei dati

I dati della codifica (coefficienti spettrali quantizzati e codificati e informazioni ausiliarie per la decodifica quali la *bit-allocatio*n) sono organizzati nella sintassi che il decoder è in grado di interpretare

La sequenza di bit trasmessi dopo la formattazione contiene, oltre alle informazioni sull'audio quantizzato, informazioni sul fattore di scala ed informazioni di controllo e sincronizzazione.

Un codificatore ***MUSICAM*** può produrre bit rate di 32, 64, 96, 128 e 192 kbit/s per canale audio.

Vengono definiti quattro modi audio:

- "***single channel mode"***: è costituito da un programma audio monofonico;
- "***stereo mode"***: è costituito da un programma audio stereofonico con i due canali audio destro e sinistro;
- "***dual channel mode"***: in questo modo i due canali audio possono essere impiegati per trasmettere in formato bilingue oppure per trasmettere due programmi monofonici differenti;
- "***joint stereo mode"***: in questo modo il codificatore utilizza le informazioni ridondanti ed irrilevanti dei segnali stereofonici per una ulteriore riduzione dei dati da trasmettere.

A1.4.2 L'ALGORITMO MP3 (MPEG-1 AUDIO LAYER 3 E MPEG-2 AUDIO LAYER 3)

Con l'acronimo MP3 ci si riferisce all'algoritmo di codifica audio MPEG-1/2 Layer 3 (e non come alcune volte riportato erroneamente ad MPEG-3). Per chiarezza è utile ricordare che lo standard MPEG-3 la cui definizione era stata originariamente programmata per applicazioni di HDTV, non fu mai sviluppato dopo la constatazione che i *tool* di codifica già specificati in MPEG-2 coprivano anche le esigenze dell'alta definizione televisiva.

Per adeguarsi ad una varietà di scenari applicativi, l'algoritmo MP3 prevede diversi gradi di libertà:

- è applicabile sia a segnali mono che stereo. Per questi ultimi è prevista, come opzione, una modalità di codifica più efficiente della combinazione dei due segnali destro-sinistro, denominata "*Joint stereo*". I modi operativi sono:
  - Mono
  - Due canali indipendenti (ad esempio versioni dello stesso contenuto in lingue differenti)
  - Stereo
  - Stereo (con codifica "*Joint*");
- è applicabile con una molteplicità di frequenze di campionamento: 16, 22.05, 24, 32, 44.1, 48 KHz;
- usualmente opera a *bit-rate* costante secondo i valori definiti dallo standard (tra 32 Kbit/s a 320 Kbit/s come in MPEG-1 ed inoltre tra 8 e 160 Kbit/s come nell'estensione prevista da MPEG-2) ma può anche operare a *bit-rate* variabile (a livello di *frame* audio).

Prima di passare alla descrizione dei principi base dell'algoritmo, è utile ricordare un'altra sua caratteristica basilare che è comune a tutti gli standard MPEG e cioè la minimizzazione degli elementi normativi della specifica. In particolare, solamente la sintassi dei dati (formato) e le funzionalità del decodificatore sono elementi normativi dello standard. Lo stesso decodificatore non è completamente definito in quanto molte parti sono descritte tramite formule. Sono altresì forniti limiti massimi di deviazione del segnale decodificato da quello ottenuto da un decodificatore di riferimento che implementi le formule con accuratezza in doppia precisione. Ciò consente di progettare decodificatori con varie tecnologie.

Lo schema a blocchi dell'algoritmo è riportato in Fig..A1.6

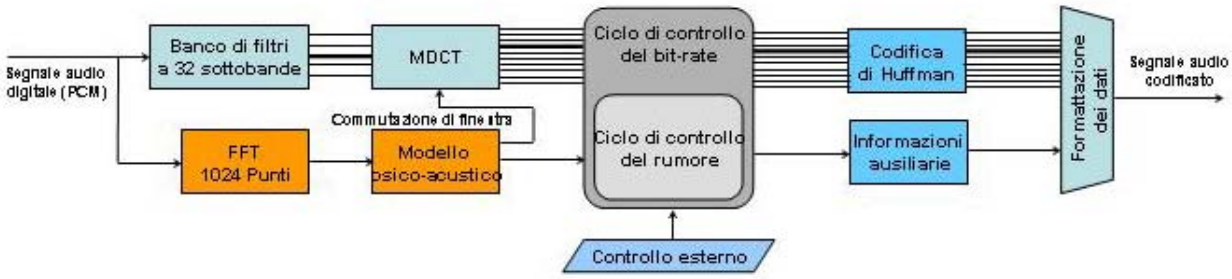


Fig. A1.6. Codificatore MP3

a) Filtraggio ibrido

E' composto da un banco di filtri polifase (simile a quelli previsti nei Layer I e Layer II) seguito da una trasformata coseno discreto modificata (MDCT: "*Modified Discrete Cosine Transform*"). In altre parole questo blocco parte dal segnale rappresentato nel dominio del tempo e produce la corrispondente rappresentazione nel dominio delle frequenze. La suddivisione di ciascuna banda di frequenze in uscita dai filtri in 18 bande più piccole, operato dalla trasformata MDCT, fornisce al sistema una maggiore capacita di rimozione della ridondanza soprattutto per segnali tonali. Un'altra conseguenza positiva della più elevata risoluzione frequenziale è una precisa determinazione della soglia di mascheramento. Il banco di filtri può operare a frequenze più basse per evitare fenomeni di pre-eco.

b) Modello percettivo

Il blocco analizza lo spettro del segnale calcolato con FFT e definisce il livello di soglia di udibilità SMR ("*Signal to Mask Ratio*") sfruttando le leggi della psicoacustica. In altre parole il blocco determina quali sono le informazioni che il nostro orecchio è in grado di percepire e quali no, fornendone i risultati al blocco successivo.

Il modello percettivo è il principale responsabile della qualità di una implementazione del codificatore MP3 in quanto fornisce una stima del valore della soglia di mascheramento che determina il massimo rumore consentito per ogni sottobanda. Nel caso in cui si riesca a mantenere il rumore di quantizzazione al di sotto della soglia di mascheramento per ogni sottobanda, il segnale codificato risulta indistinguibile dall'originale.

c) Quantizzazione e codifica entropica

Il blocco di quantizzazione codifica numericamente lo spettro ricevuto dal blocco di filtraggio ibrido in funzione dell'importanza di ogni banda di frequenze stabilita dal modello percettivo. In altri termini il numero di bit utilizzato per la codifica di una certa sottobanda è funzione della sua importanza percettiva.

La quantizzazione è basata su un quantizzatore non lineare con legge matematica di elevazione a potenza. I valori più elevati sono rappresentati con minore accuratezza integrando in questo modo nel quantizzatore una certa sagomatura dell'errore.

Per mantenere il rumore di quantizzazione al di sotto del valore della soglia di mascheramento, prima della quantizzazione effettiva ai valori in esame vengono applicati un "guadagno" globale (che determina il valore del passo di quantizzazione) e dei "fattori di scala" (che determinano la sagomatura del rumore in ogni banda).

Un sottoblocco di grande importanza è costituito dai due cicli di ottimizzazione per la determinazione dei valori del guadagno e dei fattori di scala per ogni sottobanda. Tale sottoblocco sarà descritto più in dettaglio nel seguito.

Infine i valori quantizzati sono codificati (a coppie o a quadruple nel caso di valori estremamente bassi) con algoritmo di Huffman (codifica a lunghezza di parola variabile) prevedendo un parziale adattamento alla statistica locale tramite selezione della tavola di codifica nell'ambito di un insieme predefinito. Un ulteriore adattamento può essere realizzato utilizzando differenti insiemi di tavole di codifica per differenti regioni dello spettro.

d) Determinazione dei valori ottimi del "guadagno" e dei "fattori di scala"

Il processo per determinare i valori ottimi del "guadagno " e dei "fattori di scala" per ogni blocco di campioni, fissato il bit-rate e l'uscita del modello percettivo è operato tramite un sistema a due cicli di iterazione annidati.

Ciclo interno (ciclo di controllo del bit-rate)

Se il numero di bit risultante dalla codifica di Huffman di un certo blocco eccede quello previsto, si modifica il relativo valore del "guadagno" che si traduce nell'impiego di un passo di quantizzazione maggiore e conseguentemente in valori quantizzati più piccoli. Questi sono caratterizzati da probabilità di occorrenza più elevate e quindi corrispondono a parole di codice più corte.
Il ciclo interno è iterato finché il numero di bit richiesto risulta adeguato.
Ciclo esterno (ciclo di controllo del rumore)
Come si è già accennato, per sagomare il rumore di quantizzazione in accordo alla soglia di mascheramento, vengono applicati dei "fattori di scala" a ciascuna banda. Il calcolo dei valori ottimali avviene iterativamente. Se il rumore di quantizzazione in una certa banda supera la soglia di mascheramento (fornita dal modello percettivo), il fattore di scala per tale banda viene modificato opportunamente per ridurre il rumore di quantizzazione. Poiché la riduzione del rumore di quantizzazione (diminuendo i passi di quantizzazione) implica un aumento del bit-rate, il ciclo interno di "controllo del bit-rate" deve essere ripetuto.
Il ciclo esterno è ripetuto fino a che il rumore effettivo risulta al di sotto la soglia di mascheramento per ogni banda.
Mentre il ciclo interno converge sempre (al limite innalzando il passo di quantizzazione in modo da azzerare tutte le componenti spettrali), la convergenza dei due cicli annidati non è garantita. Ad esempio, il modello percettivo può richiedere l'impiego di passi di quantizzazione così piccoli da determinare *bit-rate* superiori a quello prefissato. Per garantirsi da situazioni simili sono previste un certo numero di condizioni d'interruzione dell'algoritmo. Tuttavia, per ottenere buoni risultati di codifica è necessario evitare preventivamente il presentarsi di tali circostanze provvedendo all'adattamento del modello percettivo in relazione al *bit-rate* desiderato.

e) Controllo del pre-eco
Viene realizzato il controllo del pre-eco per mezzo della tecnica di commutazione di finestra descritta in precedenza. In particolare sono previsti due tipi di finestre di analisi, una lunga (*long block)* pari ad un intero *frame*, ed una corta (*short block*) pari ad 1/3 di quella lunga.

A1.4.3 L'ALGORITMO AAC (MPEG-2 ADVANCED AUDIO CODING)
L'algoritmo AAC segue lo stesso paradigma di codifica di MP3 ma introduce alcuni miglioramenti di dettaglio ed alcune nuove tecniche per incrementare l'efficienza ai bassi *bit-rate.*

a) Banco di filtri
Scompare il banco di filtri polifase che introduceva una serie di imprecisioni e viene utilizzata direttamente la trasformata MDCT passando dalla 576 linee spettrali di MP3 a 1024.

b) TNS ("*Temporal Noise Shaping")*
Nuovo blocco che predice la distribuzione del rumore nel tempo lavorando nel dominio delle frequenze.

c) *Prediction*
Nuovo blocco che utilizza un algoritmo di predizione simile a quello del LPC (*Linear Prediction*) non presente in MP3 ed indicato per la codifica di segnali vocali in quanto stazionari nel tempo e quindi facilmente predicabili.

d) Quantizzazione e codifica entropica
Il sistema di controllo dell'allocazione di bit è molto più fine.
Lo standard AAC prevede inoltre una modalità di codifica "*joint stereo*" più flessibile rispetto a quella prevista da MP3.
Sommando gli effetti di tutti questi piccoli miglioramenti l'AAC raggiunge la stessa qualità dell'MP3 con il 70% del bit-rate. In altri termini la qualità di una codifica AAC con bit-rate 96 Kbit/s è paragonabile a quella di un MP3 a 128 Kbit/s e di un ***MUSICAM*** a 192 Kbit/s.

A1.4.4 OPZIONI AAC
La codifica AAC è presente sia nello standard MPEG-2 che in MPEG-4. Non esistono sostanziali differenze tra le due codifiche rispetto alla qualità del suono tuttavia è importante segnalare che il *codec* AAC MPEG-4 differisce leggermente dal *codec* AAC MPEG-2 riportato in figura. Sono presenti infatti nuovi *tool* quali *Perceptual Noise Substitution* e **TwinVQ** (*Vector Quantization).*
In fase di codifica non è necessario utilizzare tutti i *tools* presenti ma, in funzione delle risorse disponibili, della tipologia del segnale o di altri parametri significativi, è possibile attivare e disattivare arbitrariamente i tool necessari.

In questo senso sia MPEG-2 che MPEG-4 definiscono per la codifica AAC diverse configurazioni dette Profili in MPEG-2 e *Object Type* in MPEG-4 che sono descritte brevemente nel seguito.
Nella versione 2 di MPEG-4 AAC vengono aggiunti una serie di *tools* principalmente indicati per la trasmissione di *streaming* AAC su reti a banda variabile (ossia dove la capacità di canale non è nota a priori e non resta costante per tutto il periodo di trasmissione) e fortemente soggette ad errori di trasmissioni (per esempio in reti wireless).
La versione 3 di MPEG-4 aggiunge ulteriori *tools* per il miglioramento delle performance del codec AAC e del formato.

a) Profilo *Main*

Questo tipo di profilo viene utilizzato quando la quantità di memoria disponibile e le capacità di elaborazione sono elevate. Fa uso di tutti i tool presenti nel codificatore eccetto il "gain control" ed effettua sostanzialmente una codifica predittiva adattiva "all'indietro" del 2° ordine con l'obiettivo di eliminare le ridondanze tra i vari frame (ottima per segnali stazionari). Siccome per effettuare analisi predittiva è necessario lavorare su blocchi lunghi (long block), nel profilo Main non è possibile far uso di quelli corti (short block). Infine, utilizzando una predizione "all'indietro" la codifica ottenuta è molto sensibile agli errori.

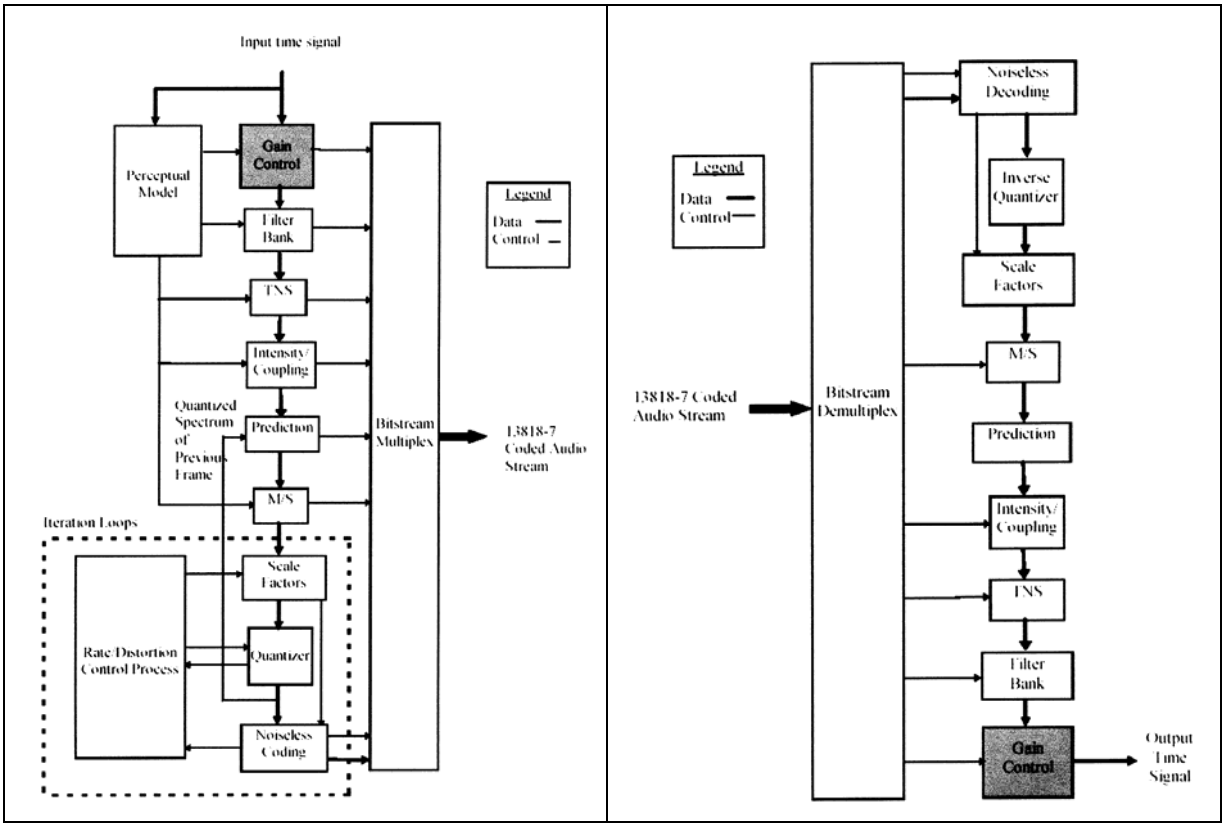


Fig. A1.7. Codificatore e decodificatore AAC

b) Profilo *LC* ("*Low Complexity*")

Questo profilo viene utilizzato quando si hanno scarse risorse a disposizione in quanto non fa uso di una serie di *tools* tra cui il *Gain Contro*l ed il *Prediction*. Inoltre, il TNS viene utilizzato in modo limitato.

c) Profilo *SSR* ("*Scalable Sample Rate")*

Questo profilo necessita obbligatoriamente del *Gain Control, v*ieta la codifica multicanale e limita l'uso del TNS. Questa tecnica (introdotta dalla *Sony*) consiste nella suddivisione del segnale in 4 bande (dette PQF), ognuna delle quali viene ulteriormente suddivisa con l'MDCT. Il vantaggio di questa tecnica sta nel fatto di poter scegliere, in modo indipendente per ogni sottobanda, se utilizzare un blocco lungo (maggiore risoluzione frequenziale) o un blocco corto (maggiore

risoluzione temporale). Inoltre è possibile ottimizzare il valore di *bit-rate* eliminando le eventuali bande PQF inutili.

e) *Object Type Main*, *LC* ("*Low Complexity*") ed *SSR* ("*Scalable Sampling Rate*")
Sono pressoché uguali a quelli presenti in MPEG-2. L'unica differenza è presente nell'SSR in quanto MPEG-4 utilizza un algoritmo diverso e più specializzato rispetto al precedente.

f) *Object Type LTP* ("*Long Term Prediction*")
LTP è stato introdotto in MPEG-4 ed ha come obiettivo quello di ridurre drasticamente le ridondanze di segnale presenti tra *frame* successivi. Utilizza una tecnica predittiva "in avanti" (le informazioni di predizione sono codificate nelle *Side Information*) e lavora molto bene a bassi *bit-rate* e con segnali "tonali" (in cui il tono, pitch, è facilmente identificabile). Riduce circa del 50% la complessità algoritmica rispetto all'*Object Type Main*, ed utilizzando una predizione "in avanti", è meno sensibile agli errori.

g) *Object Type LD* ("*Low Delay*")
Permette di codificare un segnale in formato AAC con una buona qualità audio e con un ridotto ritardo di elaborazione per trasmissioni in tempo reale.

h) *Object Type BSAC ("Bit Sliced Arithmetic Coding")*
Implementa la caratteristica di *Bit-rate Scalability.* In sostanza questo sistema dà la possibilità di adattare il valore di *bit-rate* in fase di *encoding-decoding* in funzione delle esigenze di banda, memoria, ecc. In fase di *encoding* il *bitstream* viene compresso in varie fasi, ognuna delle quali codifica parti di segnale via via più importanti, utilizzando tecniche diverse. In fase di *decoding* si avrà così a disposizione un *bitstream* suddiviso in varie sezioni, decodifìcabili in modo indipendente, e la scelta di quelle da decomprimere verrà fatta in funzione della capacità di banda e di memoria; tutto ciò mantenendo elevata la qualità audio.
Inoltre nel blocco funzionale quantizzazione e codifica entropica viene utilizzata la cosiddetta codifica aritmetica invece che la usuale codifica di Huffman.

i) *Object Type Error Resilience*
E' una delle tecniche di gestione degli errori previste dallo standard AAC. In generale, la ricezione di un pacchetto corrotto introduce in fase di ascolto, dei suoni indesiderati che riducono drasticamente la qualità audio. In genere si preferisce sostituirlo con un silenzio o con un rumore bianco generato sinteticamente.
Perciò è stato necessario costruire formati di codifica audio che fornissero una serie di strumenti per ridurre al minimo la possibilità di errori, permettendo, ove possibile, la loro eventuale correzione.
AAC fornisce quattro diversi approcci per la gestione di errori (MPEG Layer 3 ne fornisce solo uno: il CRC):

- ***"Error Detection":*** questa tecnica permette di rilevare la presenza di errori nello *streaming* aggiungendo una serie di CRC associati a parti diverse del *bit-stream.*
- ***"Error Protection":*** questa tecnica rappresenta un'evoluzione della precedente ed è presente solo in MPEG-4. Essa suddivide lo *stream* in parti cosiddette "sensibili" e ad ognuna di esse vengono associati dei bit di controllo che permettono il rilevamento di errori e l'eventuale correzione. La suddivisione in parti sensibili viene fatta per ridurre al minimo l'*overhead* introdotto dai bit di controllo.
- ***"Error Concealment":*** questa tecnica consiste nella sintesi delle parti di segnale andato perso. Attraverso il CRC vengono rilevati gli errori che poi vengono corretti attraverso l'aggiunta di un silenzio al posto del segnale mancante oppure una sintesi del segnale basata su modelli percettivi (S*haped Noise o Predict Harmonics*) al fine di ricreare suoni il più reali possibile.
- ***"Error Resilience":*** questa tecnica ha l'obiettivo di rendere uno streaming MEPG-4 AAC più robusto agli errori. Esistono tre diversi metodi definiti nel solo MPEG-4:
  - *Huffman Codeword Reordering (HCR)*: evita la propagazione di errori all'interno dei dati spettrali.
  - *Virtual Codebooks (VCB*): serve ad identificare errori gravi all'interno dei dati spettrali.
  - *Reversible Variable Length Code (RVLC)*: riduce errori di propagazione all'interno dei fattori scala.

l) *Object Type SBR ("Spectral Band Replicator")*

L'idea è quella di eliminare le alte frequenze (rosa in figura) di un segnale audio musicale e/o vocale in quanto contengono generalmente del rumore bianco, le armoniche di una nota o le formanti di un parlato (che generalmente hanno fondamentale o *pitch* situati nelle basse frequenze). Perciò, in fase di codifica si analizza opportunamente lo spettro del segnale da trasmettere e si cancellano le sequenze di armoniche appena descritte, salvando nelle *Side Information* una serie di parametri che ne descrivono la loro struttura (la cui dimensione è estremamente ridotta). In fase di decodifica viene ricostruita la parte di spettro non eliminata e sintetizzata quella troncata attraverso la lettura dei parametri salvati nelle *Side Information* in modo da "guidare" opportunamente il decoder nella creazione di questi dati (cioè una stima delle alte frequenze del segnale originale). Si ribadisce che la parte in alta frequenza non viene propriamente codificata, ma la sua ricostruzione è a totale carico del modulo di decoder che sulla base della codifica del segnale a banda limitata e con "alcune informazioni generiche a bit rate molto bassi" in pratica re-inventa le componenti di alta frequenza.
Questa tecnica può venire utilizzata sia all'interno di MP3 che di AAC. Nel primo caso si parla di codifica MP3PRO (non ancora standardizzata ma già supportata da alcuni MP3 Player presentì nel mercato), nel secondo caso si parla di *AACplus1* ovvero di *Object Type HE AAC* come di seguito riportato.

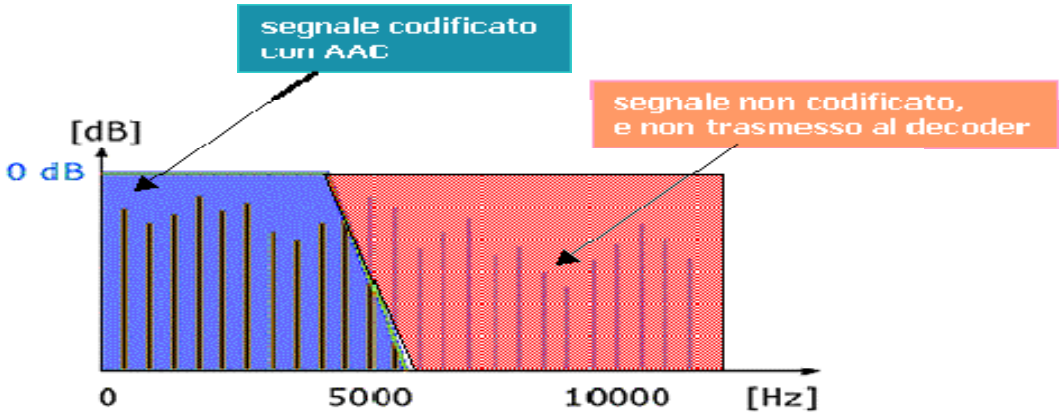


Fig. A1.8. Spectral Band Replication

m) *Object type HE AAC ("High Efficiency AAC")*
Consiste nell'uso combinato di AAC e della tecnica di codifica SBR. E' stata resa ufficiale con questo nome da MPEG nel maggio 2003 ma viene anche denominata con altre terminologie non ufficiali come "AAC+1" o "AACplus1".

n) *Parametric Stereo* (ultimo sviluppo di AAC)
La medesima filosofia del SBR viene utilizzata nella tecnologia PS (*Parametric Stereo*) avente il compito di facilitare la trasmissione di segnali stereofonici a basso bit rate. Anche in questo caso si

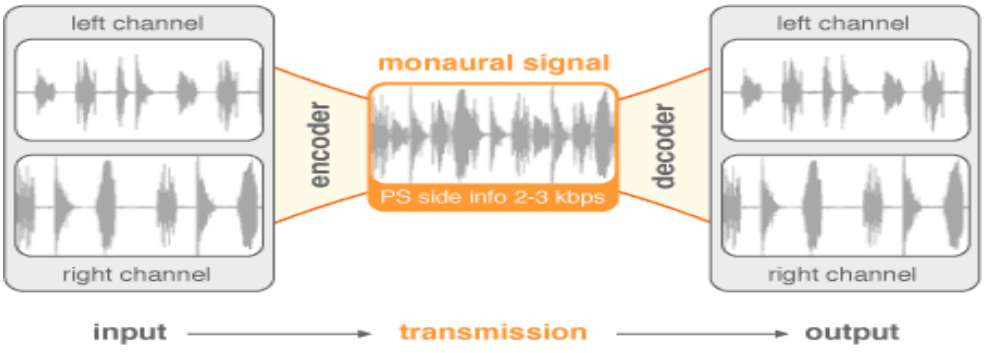


Fig. A1.9 Parametric stereo

scende a forti compromessi nella fase di decodifica (in pratica si trasforma il segnale stereo in un monofonico) e si lascia il compito di ricostruire (o reinventare) il segnale stereofonico al decodificatore in uscita sulla base della normale decodifica del segnale mono più alcune altre informazioni a bassissimo bit rate (intorno ai 2-3 Kbt/s).

Ricordiamo che tecniche di spazializzazione e stereofonizzazione sono disponibili nella elaborazione di segnali musicali anche a partire dal solo segnale monofonico.
La tecnologia PS sembra partire da questo approccio migliorandone notevolmente le prestazioni grazie a poche altri informazioni estraibili dallo stereo originale.
Anche in questo caso dettagli più squisitamente tecnici non sono disponibili se non contattando direttamente le società aventi i *copyright* di queste tecnologie.

Sebbene le due tecnologie SBR e SP affrontino appunto problemi diversi la soluzione filosofica del problema è la medesima: si trasmette la codifica del segnale privo della ricchezza di qualità (delle alte frequenze per lo SBR, o della stereofonia per il PS) e si cerca di recuperare, anche approssimativamente, questa perdita al termine della catena comunicativa.
Sia SBR, sia PS sono in realtà sistemi di ricostruzione di informazioni a partire da una quantità molto bassa di informazioni.
L'informazione mancante (le alte frequenze per l'SBR, l'effetto stereo per PS) viene ricostruita artificialmente a partire da informazioni che vengono trasmesse dalla sorgente in quantità talmente bassa da non inficiare il bit rate della codifica del segnale vero e proprio.
Queste, quindi, sono tecnologie che caricano computazionalmente anche la parte del decoder utilizzando per la parte "principale" della codifica altri standard esistenti.
Sembrerebbe quindi l'uovo di Colombo ed in realtà questo, come si è già detto, ha portato alla realizzazione di tecnologie come AACplus1 (o HE AAC) che non è altro che un AAC standard con SBR, o AACplus2 ovvero un ACC più un SBR e un PS, che portano un guadagno netto superiore al 30% della banda necessaria, oppure ad MP3-PRO.
Il risultato dell'applicazione di tali tecniche è che il bit-rate necessario per codificare un suono a qualità CD si riduce da 1,44 Mbit/s a meno di 64 Kbit/s.

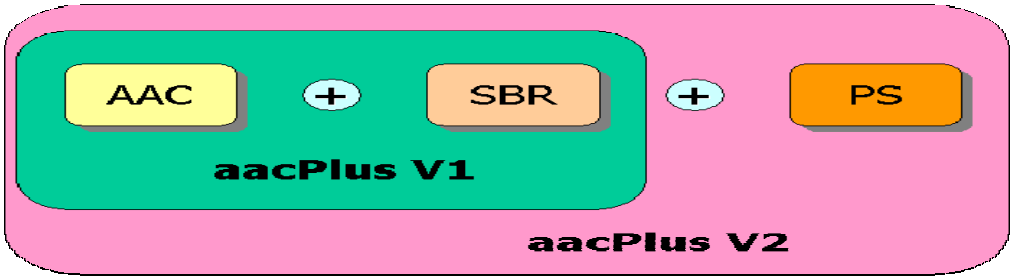


Fig. A1.10.Combinazione delle codifiche AAC SBR e PS

Anche grazie a questo "approccio" è stato possibile risolvere velocemente il problema degli standard in ambiti quali il DRM (Digital Radio Mobile) che richiedeva la trasmissione di segnali stereo di ampia banda su canali a basso bit rate. Le tecnologie AACplus sono alla base del DRM, il quale ha inoltre sfruttato il fatto di poter utilizzare tecnologie di codifica adatte al tipo di segnale veicolato utilizzando, in ciascun ambito, le migliori sul mercato: AACplus per la musica; CELP+SBR o HVXC+SBR per i segnali vocali.
Oggi, con la specializzazione delle tecniche di codifica in relazione al segnale audio e con la combinazioni di blocchi (AAV, SBR, SP, ecc.) che risolvono al meglio alcuni compiti si riesce, ad esempio, a prospettare un riutilizzo della banda AM della radiofonia per trasmissioni di qualità uguale o superiore di quelle attualmente disponibili in FM.

A1.4.5 CODIFICHE WMA E REAL AUDIO

Windows Media Audio (WMA) e *Real Audio* sono due codifiche e formati proprietari sviluppati e gestiti rispettivamente da *Microsoft* e *Real Networks Inc.*
WMA è inglobato nel *framework* multimediale di Windows (Windows Media) e supportato dal formato di *streaming* WMF (*Windows Media Format*) e utilizzabile solo tramite una serie di *to*ol e API di Windows e di MacOS X. Altrettanto dicasi per *Real Audio*. È arduo effettuare un'analisi dettagliata e comparativa di tali sistemi in quanto non esistono documentazioni sulla struttura dei codec e degli algoritmi di codifica. Inoltre l'applicazione principale di WMA e *Real Audio* è l'ascolto di file musicali su PC dotati di decodificatori software scaricati gratuitamente dalla rete, anche se esistono applicazioni in *firmware* su dispositivi portatili per l'ascolto di file musicali. I decoder vengono continuamente aggiornati e conseguentemente le prestazioni delle ultime versioni sono sempre paragonabili con quelle dei più avanzati algoritmi della famiglia MPEG.

A1.4.6 IBIQUITY'S HDC CODEC

Si tratta del codificatore impiegato nello standard IBOC. La tecnologia del codec è proprietà della *iBiquity Digital Corporation* e non sono disponibili descrizioni tecniche.
La stessa normativa del *National Radio System Committee*, vigente per lo standard IBOC (*NRSC-5: IBOC Digital Radio Broadcasting Standard*) non include le specifiche del codec a causa di restrizioni legali. La compatibilità delle implementazioni è quindi affidata al rispetto dei brevetti.
Dovrebbe comunque essere possibile implementare IBOC con codec differenti
Il riferimento per le prestazioni del codec è il "*Report on Perceptual Tests of Low and Very Low Bit-Rate Codecs,*" realizzato in ambito FCC.
I risultati del test indicano che la maggior parte dei soggetti non nota differenze tra un *bit-rate* di 48 Kbit/s e *bit-rate* superiori (per qualità "*near CD"* sia per musica che per parlato per il quale non si nota riduzione del *bit-rate* rispetto alla musica).

A1.5 Tabella riassuntiva degli standard (non proprietari) di codifica percettiva

Codec	Impiego in radiofonia	Milestone della codifica	Bit Rate per qualità "near CD"	Fattore di compress. rispetto a "full CD" (PCM 1,4 Mbit/s)
Musicam **(MPEG ½ Layer 2)**	▪ DAB-T / DAB-S ▪ DMB-T/ DMB-S (DAB compat.) ▪ DVB-T / DVB-S	▪ Codifica di tipo percettivo: ▪ Banco di filtri polifase ▪ Modello percettivo ▪ Quantizzazione e codifica entropica	192 Kbit/s	7.3
MP3 **(MPEG2 Layer 3)**	▪ Radiofonia su Internet	▪ Codifica di tipo percettivo: ▪ Banco di filtri polifase, trasformata MDCT ▪ Modello percettivo ▪ Calcolo del guadagno e dei fattori di scala ▪ Quantizzazione e codifica entropica	128 Kbit/s	11.0
AAC **(MPEG2, MPEG4- Advanced Audio Coding)**	▪ DMB-T/ DMB-S (AAC-BSAC) ▪ DVB-H	Rispetto a MP3: ▪ Scompare il banco di filtri polifase e viene utilizzata direttamente la trasformata MDCT passando dalla 576 linee spettrali a 1024. ▪ Nuovo blocco TNS (*Temporal Noise Shaping*) che predice la distribuzione del rumore nel tempo lavorando nel dominio delle frequenze. ▪ Nuovo blocco *Prediction* con algoritmo LPC (*Linear Prediction).* ▪ Quantizzazione più fine e codifica entropica Lo standard AAC prevede 4 profili di codifica sulla base della complessità del segnale da codificare, del codificatore e delle prestazioni desiderate; si possono creare altri profili dedicati ad applicazioni: 1. *Low Complexity Profile* (LC) – il più semplice e largamente impiegato. 2. *Main Profile* (MAIN) – aggiunge ad LC la "backwards prediction". 3. *Sample-rate Scalable* (SRS), detto anche *Scalable Sample Rate* (MPEG4- AAC-SSR). 4. *Long Term Prediction (LTP), aggiunto ad AAC in MPEG-4; perfezionamento del MAIN che usa "forward predictor" a bassa complessità computazionale*.	96 Kbit/s	14.7
AAC+	▪ DRM	AAC + SBR (*Spectral Band Replicator*)	≅ 64 Kbit/s	22
AAC+2	▪ DRM	AAC + SBR (*Spectral Band Replicator*) + PS (*parametric stereo*)	< 64 Kbit/s	< 30

Annesso 2

A2. SCHEDE TECNICHE DEI SISTEMI DI DIFFUSIONE PER RADIOFONIA DIGITALE

SCHEDE TECNICHE: ***PG***

A2.1A **SISTEMI DAB (*DIGITAL AUDIO BROADCASTING*): DAB-T (*DAB-TERRESTRIAL*) E DAB-S (*DAB-SATELLITE*)**..... 66
A2.1B **SISTEMI DMB (*DIGITAL MULTIMEDIA BROADCASTING*): DMB-T (*DMB-TERRESTRIAL*) E DMB- (*DMB-SATELLITE*)**.....67
A2.2 **SISTEMA DVB-H (*DIGITAL VIDEO BROADCASTING-HANDLED*)**.....68
A2.3 **SISTEMA MBMS (*MULTIMEDIA BROADCAST MULTICAST SERVICE*)**..... 69
A2.4A **SISTEMA IBOC (*IN BAND ON CHANNEL*)**..... 70
A2.4B **SISTEMA DRM (*DIGITAL RADIO MONDIALE*)**..... .71

A2. 1A. DAB (Digital Audio Broadcasting – Eureka 147):

DAB-T (terrestre) & DAB-S (satellitare)

Sistema	
Aspetti peculiari	DAB è un sistema di diffusione digitale per una varietà di servizi multimediali e più tipicamente radiofonici studiato in particolare per ricezione da mezzi mobili per mezzo di antenna non-direzionale oltre che da stazioni fisse, nomadiche e mobili. Il sistema consente una ricezione esente da interferenze. Il sistema è caratterizzato da un servizio dati associato ai programmi audio e da servizi dati indipendenti. Impiega bande non appartenenti al normale spettro in uso per la radiofonia: in particolare per tale sistema è stato previsto l'impiego delle Bande VHF-III ed L.
Tipi di utilizzo	Terrestre, satellitare, ibrido e via cavo.
Caratter. tecniche / Standard	
Processo di standardizzazione	Standard Europeo, ETS 300401, adottato dall'ETSI nel marzo 1997; raccomandato da *Inter-Union Technical Committee di World Conference of Broadcasting Unions* nel 1992; specificato dalle Raccomandazioni BS. 1114 and BO. 1130 dell'ITU-R nel 1994
Banda di funzionamento	VHF III e banda L (1,5 GHz). per applicazioni terrestri
Canalizzazione	Canali di banda 1,536 MHz per "blocco" DAB: 4 blocchi DAB per canale TV (7 MHz)
Codifica di sorgente *Bit-rate (*per programma radio)	*MUSICA: MPEG1- Audio Layer2 ed MPEG2 - Audio Layer 2* Tipicamente 190 Kbit/s per programma stereofonico
Codifica di canale	- *Unequal Error Protection* (UEP) applicato ad ogni servizio Audio e Dati. - Codifica Convoluzionale
Time interleaving	Presente: a matrice convoluzionale.
Modulazione (terrestre e satell.)	Sistema *multicarrier* COFDM con frequenze a scelta in numero da 256 a 2000 (2k) e modulazione DQPSK di ciascuna portante . Il tipo di modulazione permette la creazione di reti SFN (*Single Frequency Network)*
Pay Load utile per "blocco" DAB	Variabile da 1,7 a 2,3 Mbit/s, a seconda della codifica di canale adottata, equivalente a 6 programmi streofonici di radiofonia di alta qualità
Servizi peculiari	
	Integrazione di servizi dati a banda stretta, sia indipendenti che associati al programma audio. I servizi supportati includono: *Flexible audio bit-rate:* da 8 a 384 Kbit/s (da 5 a 6 programmi audio di alta qualità stereo oppure fino a 20 programmi "mono" di qualità limitata); *Data services:* ciascun servizio può essere sia definito da *stream* individuale sia ulteriormente differenziato per mezzo di una struttura di pacchetto; *Programme Associated Data (PAD): "embedded*" nello *stream audio* per i dati trasmessi insieme ai programmi audio con un minimo 667 bit/s incrementabile a spese della capacità del segnale audio; *Conditional Access (CA):* applicabile a ciascun servizio o pacchetto in caso di dati trasmessi in "*packet-mode*"; *Service Information (SI)*: usato per l'operazione ed il controllo dei ricevitori e per fornire informazioni all'utente per la selezione dei programmi.
Adozione del sistema	
	DAB-T: è lo standard di radiofonia digitale studiato in molti paesi europei ed in alcuni Paesi extra europei: attivo in 22 Paesi; in fase di test in altri 12 (vedi Ann.4). In nessuno di essi è realmente decollato. Per DAB-S: vedi Ann.4
Riferimenti	
	http://www.worlddab.org/

A2, 1B. DMB (Digital Multimedia Broadcasting)

DMB-T (terrestre) & DMB-S (satellitare)

Sistema	
Aspetti peculiari	Il sistema DMB è basato sul DAB, al quale aggiunge la possibilità di trasmettere il video, oltre all'audio e i dati Il sistema DMB-S è un sistema misto satellitare/terrestre adatto per colmare vuoti di copertura radio. Il sistema impiega un satellite geo-stazionario ed una rete di dispositivi "gap-filler" di bassa e media potenza co-locati con stazioni base al fine di provvedere continuità di copertura in ambito urbano e indoor. Il sistema è concepito per la fornitura di servizi multimediali del tipo "*push & store"* e "*stream lining"* a terminali mobili. In dipendenza dell'implementazione e dello scenario dei servizi, il sistema DMB-S può essere complementare alle reti terrestri per broadcasting, incluse quelle DVB-H.
Tipi di utilizzo	studiato per ricezione mobile fino a 200 km/h
Caratter. tecniche / Standard	
Processo di standardizzazione	In fase di sviluppo presso ETSI
Banda di funzionamento	VHF III e banda L (1,5 GHz) nella versione T - terrestre .....per satellite
Canalizzazione	Come Canale/Blocco DAB con occupazione di banda di 1,536 MHz; 4 blocchi, come per il DAB, in un canale TV da 7 MHz (Banda VHF-III);
Codifica di sorgente *Bit-rate* audio	MPEG4/H-264 (per il Video), BSAC (per l'audio) 96 o 128 Kbit/s
Codifica di canale	FEC -RS (188-204) + Codice convoluzionale
Time interleaving	Presente
Modulazione	sistema *multicarrier* COFDM con modulazione DQSPK per ciascuna portante
Pay Load per blocco	Variabile da 1,7 a 2,3 Mbit/s, a seconda della codifica di canale adottata, pari a 20 programmi radiofonici
Servizi peculiari	
	Estende lo standard DAB alla ricezione video su terminali mobili
Adozione nel sistema satellitare	
	In Corea e Giappone è operativo da pochi mesi un sistema geostazionario della società MBCO, che utilizza le bande del BSS proprie di quella Regione (2620 – 2670 MHz) che non prevedono un canale di ritorno se non su bande di frequenza previste per altri servizi.
Riferimenti	
	http://www.worlddab.org http://www.alcatel.com/com/en/appcontent/apl/S0501-Mobile_Broadcast-EN_tcm172-188981635.pdf

A2.2 DVB-H (Digital Video Broadcasting-Handheld)

Sistema	
Aspetti peculiari	Nasce per permettere la ricezione di segnali televisivi digitali in mobilità, integrando le funzionalità delle reti DVB-T, nate per ricezione fissa, dalle quali può essere diffuso senza particolari costi incrementali con copertura più limitata. In termini di efficienza spettrale, non ha le limitazioni di banda del DAB: può allocare in un canale VHF da 7 MHz oltre 10 programmi TV e 15-20 programmi radiofonici; inoltre le tecniche utilizzate ("*time slicing*") permettono di garantire un basso consumo di energia del terminale, e l'integrazione in un PDA/telefono cellulare.
Tipi di utilizzo	Ricezione mobile di segnali televisivi e radiofonici digitali
Caratteristiche tecniche / Standard	
Processo di standardizzazione	ETSI: Le specifiche per consentire la ricezione di servizi *broadcast* su ricevitori "*handheld*" sono state formalmente adottate in ETSI nel Novembre 2004, EN 302 304. Ratificato dal *DVB Steering Board* nell'aprile 2004, il sistema DVB-H ha già prodotto una significativa attività industriale, inclusi sperimentazioni tecniche e commerciali e un'ampia serie di lanci di prodotti.
Banda di funzionamento	VHF – UHF – Banda L
Canalizzazione *Bit-rate* audio	5/6/7/8 MHz Tipicamente 64, 96 o 128 Kbit/s
Codifica di canale	FEC-MPE +FEC-RS (188-204) + codice convoluzionale
Time interleaving	No, nel senso stretto della parola, per compatibilità con DVB-T
Modulazione	COFDM con 2k, 4k, 8k portanti e modulazione QPSK/16QAM/64QAM, per portante
Servizi peculiari	
	Flussi video/audio trasmessi come *streaming* su IP
Adozione del sistema	
	Standard Europeo aperto.
Riferimenti	
	http://www.dvb.org/index.php?id=278

A2.2 MBMS (Multimedia Broadcast Multicast Service)

Sistema	
Aspetti peculiari	Utilizza il sistema UMTS per effettuare il broadcasting di dati a media velocità sfruttando tutte le caratteristiche del sistema WCDMA in termini di mobilità, basso consumo delle batterie e sicurezza. L'upgrade lato rete necessario per abilitare l'MBMS è costituito in un aggiornamento dell'HW del Node-B, del SW dell'RNC e della Core Network a Pacchetto. E' inoltre necessario introdurre un ulteriore nodo di rete (il BMSC – Broadast Multicast Service Center) che controlla il *delivery* dei dati provenienti dai content provider verso le infrastrutture di rete dell'operatore. In termini di efficienza spettrale, l'MBMS è in grado di trasmettere a 256 Kbit/s, con un consumo di potenza di un sector/carrier dell'ordine del 60%. Dunque, tenendo conto che già i canali di controllo WCDMA consumano il 20% della potenza del sector/carrier, in sostanza, un canale a 256 Kbit/s satura quasi completamente le risorse di un sector/carrier UMTS di 5 MHz.
Tipi di utilizzo	Ricezione mobile di dati a media velocità (max. 256/).
Caratteristiche tecniche / Standard	
Processo di standardizzazione	3GPP: Le specifiche 3GPP per l'MBMS sono disponibili a partire dalla release R6, quest'ultima ratificata a Giugno 2005. Miglioramenti prestazionali saranno introdotti nella release in corso di standardizzazione (R7). I primi prodotti MBMS a standard 3GPP R6 sono previsti a partire dal 2007.
Banda di funzionamento	UMTS
Canalizzazione *Bit-rate*	Occupazione di banda della portante WCDMA: 5 MHz FDD paired, oppure 5 MHz TDD unpaired. Canale utilizzato: FACH (Forward Access CHannel). Bit rate: 64, 128 e 256 Kbit/s.
Codifica di canale	Raptor (brevetto DIgital Fountain)
Time interleaving	UMTS
Modulazione	UMTS
Servizi peculiari	
	Flussi dati/video/audio trasmessi come *download* o *streaming* su IP
Adozione del sistema	
	Standard Europeo aperto.
Riferimenti	
	http://www.3gpp.org

A2. 4A IBOC (High Definition (HD)-Radio)

Sistema	
Aspetti peculiari	La tecnica *In-Band On-Channel (IBOC)* è utilizzata per trasmettere nuovi servizi digitali simultaneamente a quelli analogici. I nuovi segnali sono diffusi come "bande laterali" che racchiudono le parti superiore ed inferiore del segnale analogico, consentendo l'ottimizzazione delle allocazioni di spettro. Le caratteristiche di questo sistema consentono la diffusione simultanea di dati e programmi audio digitali assieme rispettivamente ai programmi analogici AM e FM sullo stesso canale, permettendo una coesistenza temporale che dovrebbe facilitare la conversione completa dall'analogico al digitale.
Tipi di utilizzo	Radiodiffusione terrestre – bande AM e FM
Caratteristiche tecniche / Standard	
Processo di standardizzazione	Standard USA, approvato da FCC nel 2002. ITU (Rec. ITU-R BS.1514)
Banda di funzionamento	Bande AM e FM
Canalizzazione	Tipicamente in AM canali da 30 KHz nel modo ibrido (analogico compatibile + digitale) e 20 KHz nel modo solo digitale; in FM 400 KHz sia nel modo ibrido che nel modo digitale
Codifica di sorgente	iBiquity's HDC compression technology
Codifica di canale	FEC
Time interleaving	Si
Modulazione	COFDM
Bit-rate audio	FM: 4 canali logici primari (audio e dati) per il modo ibrido o tutto digitale con *bit-rate* fino a 98 kbit/s a seconda del modo di servizio. Bit rate massimo 148 kbit/s in MP7 (tutto digitale). 6 canali logici secondari (dati/audio *surround)* per il modo tutto digitale con bit-rate fino a 98 Kbit/s a seconda del modo di servizio. Bit-rate massimo 154 Kbit/s in MS4 (tutto digitale) AM: 4 canali logici primari (audio e dati) per il modo ibrido o tutto digitale con bit rate fino a 20 kbit/s a seconda del modo di servizio (totale 4 modi). Bit-rate massimo 60 kbit/s in MA4 (tutto digitale)
Servizi peculiari	
	Diffusione simultanea di dati e programmi audio digitali assieme ai programmi analogici AM e FM nelle stesse bande di frequenza, permettendo una coesistenza temporale che dovrebbe facilitare la conversione completa dall'analogico al digitale.
Adozione del sistema	
	I sistemi proposti sul mercato americano sono tre: USA Digital Radio (USADR), *Lucent Technologies*, e *Digital Radio Express*; il sistema è "decollato" nel momento in cui USADR e Lucent hanno unificato gli sforzi convergendo nel consorzio *iBiquity.* Le stazioni operanti negli USA sono oltre 500, sia in FM che in AM, presenti in 44 Stati; il costo del ricevitore varia tra i 400 e gli 800$ ma la diffusione delle stazioni HD-Radio ha recentemente incoraggiato una tendenza alla riduzione dei prezzi.
Riferimenti	
	http://www.ibiquity.com/hdradio/index.htm

A2.4B DRM (Digital Radio Mondiale)

Sistema	
Aspetti peculiari	Il sistema DRM è l'unico standard di natura non proprietaria, digitale per onde corte, onde medie/AM e onde lunghe che usi le frequenze e le bande esistenti sull'intero globo. Se ne sta studiando l'applicazione alla banda FM.
Tipi di utilizzo	Radiodiffusione terrestre onde corte, medie e lunghe
Caratteristiche tecniche / Standard	
Processo di standardizzazione	Standard ETSI e ITU
Banda di funzionamento	Trasmissione interamente digitale studiato inizialmente per la diffusione in bande di frequenza inferiori ai 30 MHz.
Canalizzazione	La larghezza di banda tipica per ogni singolo canale è di 9 o 10 KHz , con possibilità di poterla variare tra 4,5 KHz e 20 KHz
Codifica di sorgente	Tre tipi di codifica audio, tra cui la "MPEG-4 *Advanced Audio Coding (AAC*" stereofonica
Codifica di canale	4 Modi di funzionamento con diversa robustezza
Time interleaving	Si
Modulazione	COFDM multicarrier con modulazione QAM per ciascuna portante
Bit-rate	Particolari combinazioni di codifica audio e "*enhancers*" permettono di variare la bit-rate audio da 8 a 48 Kbit/s, in funzione della qualità/ricevibilità del segnale trasmesso
Servizi peculiari	
	Qualità audio *"near-FM*", dati e testi associati
Adozione del sistema	
	Standard Europeo riconosciuto recentemente anche dall'ITU (Rec. ITU-R BS. 1514). Studiato espressamente per la diffusione in bande di frequenza inferiori ai 30 MHz. Il sistema DRM è oggi in fase di avanzata sperimentazione sul campo.
Riferimenti	
	http://www.drm.org/indexdeuz.htm

Annesso 3

A3. DAB/DMB E DVB-H: TECNOLOGIE IN COMPETIZIONE PER SERVIZI MULTIMEDIALI IN MOBILITÀ.

PRIME SIMULAZIONI E SPERIMENTAZIONI SUL CAMPO

Sommario ***Pg.***

A3.1 PREMESSA..... 73
A3.2 CONFRONTO TECNICO.....73
A3.3 PRODOTTI INDUSTRIALI NEL CAMPO DEI DUE STANDARD..... 76
A3.4 SPERIMENTAZIONI DI SISTEMI DI PARTICOLARE INTERESSE..... 77
A3.4.1 SPERIMENTAZIONI FRANCESI : ESPERIMENTO DI METZ..... 77
A3.4.2 SPERIMENTAZIONI TEDESCHE: ESPERIMENTO DI BERLINO.....79
A3.4.3 SPERIMENTAZIONI ITALIANE: ESPERIMENTO DI TORINO.....80

Tabella A3.1 Parametri tecnici e copertura del territorio dei due sistemi (Simulazione) 75

Tabella A3.2. Copertura del DVB-H nell'esperimento di Torino 80

A3.1 PREMESSA

Scopo del presente Annesso è un confronto critico ed approfondito tra le due tecnologie che sono state sviluppate per la fruizione da parte di cellulari di programmi multimediali in modalità radiodiffusa (*multicast/broadcast)* su bande diverse da quelle della telefonia mobile, e più precisamente:

- il ***Digital Multimedia Broadcasting (DMB),*** derivato dal DAB e parzialmente compatibile con questo. Standardizzato in ambito ETSI, ma sviluppato principalmente per il mercato coreano, Lo standard è appoggiato dai produttori asiatici di telefoni mobili (LG, Samsung, ecc.).
- il ***Digital Video Broadcasting - Handheld (DVB-H)***, derivato dal DVB-T e parzialmente compatibile con questo. Sviluppato in ambito DVB espressamente per le nuove generazioni di telefoni mobili e fortemente appoggiato dai produttori europei di telefoni mobili e con sperimentazioni programmate in USA.

I sistemi sono già stati descritti in par. 4.3.1 e 4.3.3 e le relative schede tecniche sono contenute nell'Annesso 2. Considerando, tuttavia, la criticità dell'argomento si vuole, in questo Annesso, fornire da un lato un approfondimento tecnico allo scopo di meglio focalizzare il confronto di prestazioni tra i due sistemi e, dall'altro, riportare una serie di importanti dati sperimentali sul campo.

A3.2 CONFRONTO TECNICO

In forma sintetica ma dettagliata si riassume il confronto tra le due tecnologie:

- **<u>Canalizzazione</u>**
  - *Sistemi DAB e DMB*: un *multiplex* da 1,536 MHz nelle bande VHF ed L in grado di ospitare fino a 6 programmi radio stereofonici nel caso DAB ed il doppio nel caso DMB.
    In un canale televisivo (7/8 MHz), nelle bande VHF e UHF, si possono alloggiare 4 multiplex DAB/DMB
  - *Sistema DVB-H*: un intero multiplex da 7od 8 MHz in compatibilità con il DVB-T per le bande televisive (VHF e UHF), oppure 5 MHz per le bande non televisive (esempio banda L).

  In caso di richiesta di un alto numero di programmi da irradiare, è chiaro che il multiplex DVB-H ottimizza meglio l'intera banda a disposizione in luogo dei 4 multiplex DAB/DMB permettendo di collocare un più alto numero di programmi. Inoltre, in tal caso, il sistema DAB/DMB richiede 4 reti diverse anche se con trasmettitori di minor potenza.

- **<u>Codifica di sorgente</u>**

  DMB e DVB-H usano la stessa codifica audio avanzata AAC di seconda generazione.
  Tuttavia il DMB, quando opera in compatibilità con il DAB, deve usare codifiche di sorgente di prima generazione per i programmi radiofonici.
  Per la sola radiofonia, in regime DAB/DMB compatibile, si ha pertanto che il sistema DVB-H, per solo quest'aspetto, è in grado di realizzare uno sfruttamento spettrale circa due volte superiore in termini di programmi trasportati, mentre in regime di non compatibilità, il DVB-H ed il DMB, sono, per quanto riguarda la codifica di sorgente, hanno praticamente la stessa efficienza.

- **<u>Tipologia di modulazione</u>**

  Entrambi i sistemi usano la modulazione *multicarrier* COFDM che vanta un ottimo funzionamento in ambienti con percorsi multipli (*multipath*) del segnale, come in effetti avviene nella diffusione terrestre.
  Più specificatamente:

  A) Per quanto riguarda il ***numero di sottoportanti:***
  - il sistema COFDM del DAB/DMB impiega, in banda VHF, un numero di 1.536 portanti;
  - il sistema COFDM impiegato per il DVB-H può usare la modalità 2K (1.705 portanti) che è compatibile con DVB-T ed adatta a ricezione da terminali mobili ad alta velocità in piccole aree SFN con bassa potenza irradiata; ovvero la modalità 8K (6.817 portanti) che è compatibile con DVB-T ed adatta a ricezione da terminali mobili a bassa velocità in grandi aree SFN con alta potenza irradiata; od infine può operare in modalità 4K (3.409portanti) che tuttavia no è compatibile con DVB-T e richiede un canale interamente dedicato al DVB-H, soluzione assai interessante perchè ottimizza, come miglior compromesso, le proprie caratteristiche per il caso di ricezione da mobile.

  B) Per quanto riguarda il tipo di ***modulazione delle sottoportanti,*** entrambi i sistemi possono modulare le sottoportanti in fase (*QPSK - Quaternary Phase-Shift Keying)*, ma solo il DVB-H può

modulare in ampiezza e fase (*Quadrature Amplitude Modulation* con numero di livelli 4QAM, 16-QAM o 64-QAM). I ricevitori possono, in modo trasparente, ricevere tutte le opzioni di modulazione. Quest'ultima caratteristica, che il DVB-H mutua dal DVB-T, consente ***grande flessibilità*** e costituisce un punto di forza per il DVB-H. Infatti la modulazione delle sottoportanti in 16-QAM e 64QAM, in luogo di QPSK, può rispettivamente ***raddoppiare o triplicare[7] la capacità in bit-rate per MHz,*** a patto di proteggere adeguatamente il segnale a causa della minore robustezza della modulazione e, soprattutto, di compensare la minore copertura territoriale derivante dall'uso di modulazioni più efficienti con l'aumento del numero dei siti o della potenza dei medesimi. Viceversa, in caso di utilizzo del 4QAM, ossia della configurazione più robusta, anche il DVB-H ha circa la stessa efficienza spettrale del DAB/DMB.

- **Codifica di canale:**

  A) ***Protezione contro gli errori sul canale di trasmissione***

  Entrambi i sistemi ottengono la necessaria protezione attraverso due codici correttori d'errore:
  - un FEC ("*Forward Error-Correction"*) con codice convoluzionale a decodifica "Viterbi" (detto anche ***Codice interno*** o "*Inner Code"*) il cui grado di protezione/ridondanza dei dati è regolabile (1/2, 2/3, 3/4, 5/6 e 7/8);
  - un codice Reed-Solomon, detto anche ***Codice esterno*** ("*Outer Code")* con ridondanza fissa del 7,8 %.

  B) ***Time Interleaving***
  - Il DAB/DMB ha il relativo circuito collocato tra il FEC-RS ed FEC-convoluzionale: in tal modo il segnale in entrata al ricevitore, con eventuali *"burst"* di errori provocati sopratutto nel mezzo trasmissivo dalle condizioni di mobilità), si presenterà al FEC-RS di ricezione dopo il *de-interleaving* e quindi con una successioni di errori distribuiti statisticamente facilmente correggibili tramite il FEC-RS che viene a lavorare nelle migliori condizioni.
  - Il DVB-H, per compatibilità con il DVB-T, non ha il circuito di *time interleaving* dal momento che il DVB-T presuppone una ricezione *indoor* con antenna Yagi ad alto guadagno e tale condizione, all'atto della ideazione dello standard, non presupponeva possibilità di *burst* di errori. Per ovviare a questa carenza, il sistema DVB-H introduce un terzo codice correttore MPE-FEC-

  C) ***Frequency Interleaving***

  In entrambi i sistemi, prima della modulazione delle portanti COFDM, il flusso dati, tradotto da serie in parallelo, viene distribuito opportunamente su tutto lo spettro evitando che dati vicini si ritrovino prossimi anche nella allocazione spettrale. In tal modo la distruzione di una parte dello spettro per effetto di echi profondi, non porta alla perdita del flusso originale di dati contigua, ma dopo l'operazione inversa di parallelo-serie si ritorna ad una situazione di errori distribuiti statisticamente facilmente correggibili dal FEC-convoluzionale e dal FEC-RS.

  E' chiaro che le due funzioni di *time interleaving* e *frequency interleaving* possono in parte tendere a sovrapporsi se le cause che provocano il *burst* sono una conseguenza della propagazione.

  D) ***MPE-FEC***

  Il DVB-H, per ovviare all'assenza del *time interleaver*, usa un terzo codice correttore, chiamato MPE-FEC (*Multi-Protocol Encapsulation, Forward Error Correction)*. L'MPE-FEC è un ulteriore Codice esterno (*Outer Code)* di tipo Reed-Solomon particolarmente efficiente per le modalità con cui viene usato. Oltre alla protezione aggiuntiva, utile per l'uso di modulazioni "meno robuste" l'MPE-FEC sopperisce anche alla mancanza del "*time interleaving"* dei dati che costituiva uno svantaggio del DVB-T nella ricezione mobile[8].

- ***Considerazioni sull'efficienza spettrale dei due sistemi***

  L'impiego del terzo codice correttore MPE-FEC permette, in molte situazioni, al DVB-H di usare una

---

[7] E' noto che nelle modulazioni di fase la densità spettrale (bit-rate per Hz) è proporzionale all'esponente in base 2 del tipo di modulazione impiegata e perciò, per il DVB-H, 2 o 4 o 6 rispetto a 2 per il DAB/DMB.

[8] Volendo entrare in maggiori dettagli per quanto riguarda il *time interleaver* nel confronto dei due sistemi, si può osservare che nel caso DAB/DMB i campioni ("*soft-decision*") di molti simboli OFDM vengono accumulati ed il corrispondente interleaver viene effettuato prima del decoder di Viterbi. Nel DVB-H invece non c'è *time interleaving* prima del Viterbi e perciò questo riceve la sequenza dei campioni di un solo simbolo OFDM. Tuttavia il DVB-H ha *l'interleave*d dell'MPE-FEC, a livello di un singolo servizio video IP, e questo *interleaver* ha una memoria pari a molti simboli OFDM.
In tal senso si può certamente dire che il DVB-H ha un *time-interleave*r, che opera sul codice di Reed-Solomon dell'MPE-FEC.

modulazione 16-QAM per portante (al posto del QPSK) con un ragionevole valore di C/N, per alta velocità e per ricevitori a singola antenna. Per questa ragione DVB-H potrebbe vantare un'efficienza spettrale circa doppia di DMB (capacità di trasportare un multiplex con bit-rate doppia, a parità di banda) con il solo contributo della modulazione/codifica di canale. In realtà la superficie coperta da un sito che emette con modulazione 16 QAMdal DVB-H, rimane (a parità di potenza/antenna) pari a circa ¼ di quella coperta con modulazione QPSK dal DMB. Sono quindi necessari più siti di trasmissione (o maggiori potenze) per coprire il territorio. Si veda, a questo proposito, il cosiddetto "esperimento di Berlino" illustrato nel seguito.
Il vantaggio in efficienza spettrale del DVB-H va quindi correttamente inteso non come un valore assoluto (i due sistemi nella configurazione QPSK, più robusta, hanno circa la stessa efficienza spettrale) ma come flessibilità nella capacità di "negoziare" efficienza spettrale contro copertura dei siti (ovvero numero dei siti per coprire un territorio). In altri termini, mentre una rete DAB/DMB che copra un determinato territorio ha un costo di realizzazione ed una capacità di trasporto definite, una rete DVB-H, che copra il medesimo territorio, può essere realizzata, in un primo tempo, con costi analoghi (numero di siti) ed analoga efficienza spettrale. In un secondo tempo, al crescere della domanda, il numero dei programmi trasportati potrebbe essere raddoppiato (raddoppiando l'efficienza spettrale) sulle medesime frequenze, a patto di affrontare i costi relativi alla moltiplicazione dei siti nel territorio. I nuovi siti, nella maggior parte dei casi, sono i cosiddetti "*gap filler*" ovvero piccoli siti a bassa potenza, che ridiffondono sulla stessa frequenza un segnale ricevuto da un sito principale e non necessitano, pertanto, di essere collegati alla rete di contribuzione che alimenta con il segnale i medesimi siti principali. Una situazione particolarmente vantaggiosa potrebbe scaturire dalla co-locazione dei *gap-filler* sui siti della telefonia mobile attraverso un accordo tra gestori. Se a questo si unisce la possibilità, per i siti principali di sfruttare le locazioni DVB-T, ove esistenti, si profilano costi ampiamente sostenibili per una rete ad alta efficienza spettrale.

- ***Prestazioni e copertura del territorio***
  La ***Tabella A3.1*** che segue (i cui dati sono tratti da una presentazione Vodafone[9] basata su simulazioni) illustra per un ipotetico sito, i *bit-rate* disponibili per il multiplex e le relative coperture territoriali. Il paragone è effettuato tra DVB-H con due diverse codifiche di canale e DAB. I dati DAB non sono immediatamente estensibili a DMB, che adotta una differente codifica di canale, tuttavia risultano comunque molto indicativi.

Tabella A3.1 Parametri tecnici e copertura del territorio dei due sistemi (Simulazione)

			Tipo di sistema		
		Unità di misura	**DVB-H**	**DVB-H**	**DAB-T**
Canalizzazione		MHz	8	8	1,5
Frequenza di trasmissione		MHz	778	778	230
EIRP valore campo EM		dBm	72,15	72,15	72,15
Modulazione portanti OFDM (e parametro del convoluzionale)			**4QAM, 1/2**	**16QAM, 2/3**	**D-QPSK, 1/2**
Bit-rate totale del multiplex		Mbit/s	3,47	9,95	1,15
- numero programmi radio nel mux. - bit-rate del programma		n. programmi Kbit/s	14 256	38 256	4 256
Copertura del sito per tipologia d'area	Urbana densa	Km^2	8,4	2,4	15,2
	Urbana	Km^2	16,7	4,8	29,8
	Semirurale	Km^2	81	23,4	102,8
	Rurale	Km^2	1.949,6	563,7	2.133,3

[9] ***Mobile TV over UMTS and DVB-H :*** Dr. Alfred Baier; Vodafone D2 GmbH, Germany; June 2005

Dall'esame della precedente Tabella su Prestazioni e copertura del territorio risultano alcune evidenze:

- Con modulazione 16QAM 2/3, il multiplex DVB-H riesce a fornire una bit-rate più che doppia dei 4 multiplex DMB (necessari a coprire la stessa banda) sommati. Il prezzo della maggiore efficienza spettrale è, però, una copertura del territorio pari a meno di ¼ per un singolo sito. Ciò significa una rete composta da molti più siti è di conseguenza è più costosa (anche se la gran parte dei siti da aggiungere sono Gap Filler isofrequenziali a bassa potenza).
- Il multiplex DVB-H occupa una banda 4 volte più ampia del multiplex DMB. Questo comporta la creazione di grandi consorzi di emittenti, possibilmente operanti su grandi reti a frequenza singola (SFN). I piccoli consorzi nazionali di emittenti radiofoniche, probabilmente preferirebbero realizzare, a parità di banda disponibile, un numero maggiore di reti, con capacità ridotta e modesto costo di realizzazione. Per contro non si può ignorare che il costo di una rete DMB andrebbe poi moltiplicato per 4 perché tale è il numero delle reti DMB necessario per coprire la larghezza di banda di una rete DVB-H (senza peraltro riuscire a trasportare lo stesso numero di programmi). Peraltro, un singolo multiplex DVB-H operante in 16QAM 2/3 su un canale televisivo come indicato in Tabella, può infatti, trasportare oltre 150 stazioni radio stereo di eccellente qualità. Ciò significa che, se usato esclusivamente per la radiofonia, in SFN con un numero sufficiente (e molto grande) di siti, può diffondere su tutto il territorio tutte le emittenti significative operanti nella nazione.

- **Compatibilità con servizi IP**

  DVB-H distribuisce contenuti multimediali "incapsulati" in pacchetti IP, realizza quindi un sistema radiotelevisivo pienamente integrato con un *datacasting* IP.

  DVB-H si basa sull'IP *Datacasting* che è un servizio in cui contenuti digitali, applicazioni software, interfacce di programmazione e servizi multimediali sono combinati insieme attraverso l'uso della tecnologia IP e applicati ad una rete *broadcast* In altri termini un multiplex DVB-H è progettato per operare come un *backbone* IP che distribuisce dati ad oltre 10 Mb/s, mentre il DMB-T gestisce poco più di 1 Mb/s, da moltiplicare per 4 multiplex alloggiabili nella stessa banda di cui sopra. Il DVB-H, pertanto, oltre ad offrire migliore qualità nei servizi video, offre anche agli operatori maggiori opportunità (2,5 volte) di sviluppare servizi a valore aggiunto.

- **Riduzione dei consumi nei ricevitori a batteria**

  In entrambi i sistemi la riduzione della potenza elettrica richiesta in apparati portatili è ottenuta attraverso tecniche di "*time slicing*", ovvero accensione/spegnimento dell'apparato in corrispondenza degli *slo*t utili di una trama a divisione di tempo. Le tecniche consentono risparmi di energia anche dell'80-90% rispetto a sistemi tradizionali. L'efficacia del *time slicin*g, come facilmente intuibile, è proporzionale al rapporto tra bi-rate del programma e bit-rate complessivo del multiplex. Pertanto il ***DVB-H che adopera multiplex ad alta capacità ne risulta avvantaggiato***.

  Inoltre nelle realizzazioni commerciali di *chipset* per i due sistemi si riscontra ad oggi, probabilmente per fattori diversi, un consumo di potenza per DVB-H di circa 1/3 rispetto a DMB; questo costituisce un ulteriore vantaggio competitivo per il primo.

- **Ricevitori multi-standard**

  Non costituiscono un problema. Il loro costo, a regime, è trascurabile visto che codifiche di sorgente, codifiche di canale e modulazioni dei vari standard, pur nella reciproca incompatibilità, si fondano su "piattaforme tecnologiche" comuni.

  Il terminale multistandard permette di evitare l'assegnazione esclusiva di uno standard ad una banda. L'assegnazione esclusiva, infatti, comporta la diffusione di terminali monostandard che costituiscono, nei momenti di incertezza tecnologica, un ostacolo al progresso (come esempio basterà citare il costo, in termini di efficienza spettrale, che DMB deve pagare per la compatibilità con le poche autoradio DAB costruite).

A3.3 PRODOTTI INDUSTRIALI NEL CAMPO DEI DUE STANDARD

Si riportano alcune recenti notizie riguardanti lo stato dell'industria.

- Nel Febbraio 2005 *DiBcom* ha presentato il primo *chip* capace di demodulare DVB-T e DVB-H. Questo *chip* ha consumi minori di 25mW in modalità DVB-H ed è facilmente integrabile con piccoli schermi.

- *Frontier Silicon* nel giugno 2005 ha annunciato il primo chip per Mobile-TV compatibile sia con DMB che con DVB-H. Il *chip*, chiamato "*Kino 3",* dovrebbe competere come costo, e consumo di energia con i *chip* a singolo standard. Il chip, che verrà commercializzato nel 2006, comprende oltre a demodulatore e decoder multistandard, anche un sintonizzatore RF per le bande II, III, IV, V e la banda L
- Aziende quali *Texas Instruments, Frontier Silicon, Panasonic e Bosch* stanno offrendo demodulatori COFDM e processori in banda base per ricevitori mobile basati su DMB. Sia *Samsung* che *LG Electronics* stanno sviluppando propri "*media process*or DMB". *Hitachi, Atmel* e *Samsung Electro-Mechanics* stanno sviluppando sintonizzatori DMB.
- Nell'ottobre 2004, *Texas Instrument* ha introdotto *"Hollywood"* un "*single-chip*" contenente sintonizzatore, ricevitore e processore di segnale per "mobile-TV" che supporta DVB-H e ISDB-T. *"Hollywood"* una tecnologia innovativa chiamata DRP™ (*Digital RF Processor*) per raggiungere consumi ridotti, piccole dimensioni e basso costo, necessari per i terminali della telefonia mobile. Si parla di otto ore di ascolto TV con una carica di batteria standard di telefonino.
- Sul fronte DVB-H, *Nokia* ha un telefono mobile compatibile DVB-H, usato anche nelle sperimentazioni Italiane.
- *Xceive Corporation* un'azienda che sviluppa ricevitori integrati, sta sviluppando un ricevitore completo DVB-H chiamato XC3510,
- *LG Electronics* ha un telefono DMB denominato LG-LT1000 e non dichiara piani di sviluppo a breve per DVB-H.
- *Samsung Electronics* invece pubblicizza apparati sia per T-DMB che per DVB-H, anche se dichiara di preferire DMB.
- *Siemens* ha presentato un sistema di trasmissione DVB-H ed un ricevitore con funzionalità di televisione interattiva che permettono all'utente di scegliere l'angolo visuale nello sport in diretta, acquistare biglietti, fare scommesse e scaricare dati.

In realtà l'appoggio dell'industria agli standard è piuttosto relativo. Il grande interesse, infatti, è per la diffusione del servizio in mobilità, più che per le tecnologie. ***Sia produttori asiatici che europei hanno dichiarato che, pur preferendo una tecnologia, hanno già sviluppato apparati per quella concorrente.***

A3.4 SPERIMENTAZIONI DI SISTEMI DI PARTICOLARE INTERESSE

A3.4.1 Sperimentazioni francesi su DVB-H e DMB-T: Esperimento di Metz

Terminato il lavoro di standardizzazione del DVB-H, una *Validation Task Force (VTF)* del DVB ha svolto nell'ultimo quadrimestre del 2004 una serie di test di laboratorio e di prove sul campo per verificare l'interoperabilità e le prestazioni di terminali portatili utilizzando le prime implementazioni disponibili dello standard. Durante le prove su campo svolte a Metz (Francia), sono stati analizzati vari tipi di ricezione sia *indoor* che *outdoor*, sia a velocità basse (pedonali) che a velocità elevate (automobili); il tutto sia in ambienti urbani che suburbani e con dispositivi di fornitori diversi.
Viene qui riportata una scelta dei grafici più interessanti che si riferiscono a prove effettuate con uno dei terminali in diverse condizioni ambientali e di mobilità, ricevendo DVB-T e DVB-H con la stessa modulazione. I grafici mettono in evidenza la migliore probabilità di ricezione del DVB-H che, essendo identici i parametri di modulazione, è dovuta essenzialmente al contributo dell'MPE-FEC.

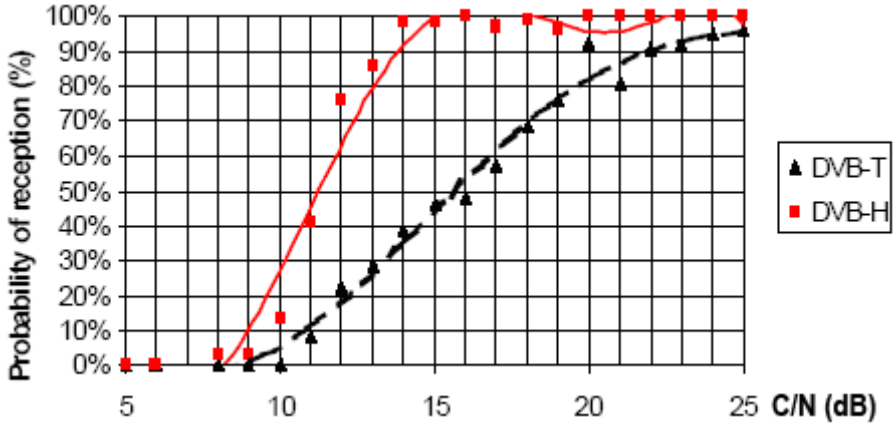


Fig. A3.1 Ricezione in autostrada (fino a 130 Km/h) — Modulazione 8K ¼ QPSK ½ MPE-FEC ¾

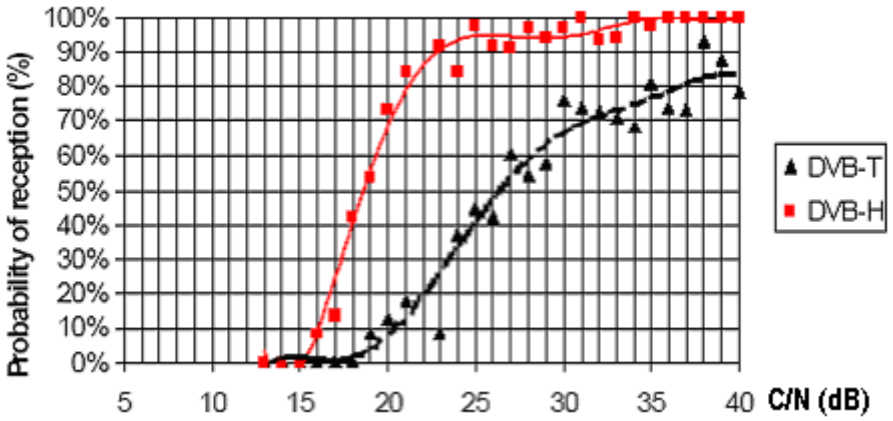


Fig. A3.2 Ricezione in autostrada (fino a 130 Km/h) — Modulazione 8K ¼ 16QAM ⅔ MPE-FEC ¾

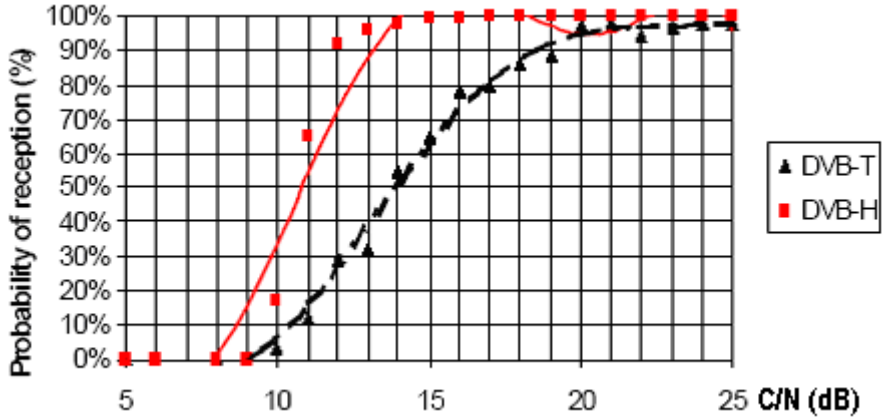
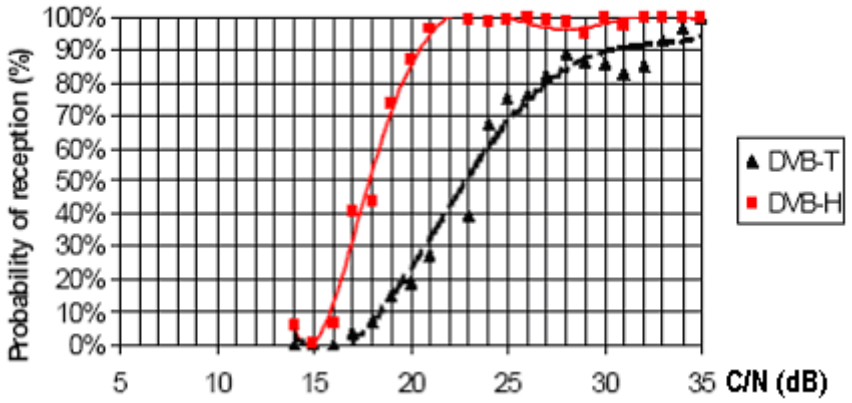


Fig.A3.3 Ricezione con terminale mobile in area urbana — Modulazione 8K ¼ QPSK ½ MPE-FEC ¾



A3.4 Ricezione con terminale mobile in area urbana — Modulazione 8K ¼ 16QAM ⅔ MPE-FEC ¾

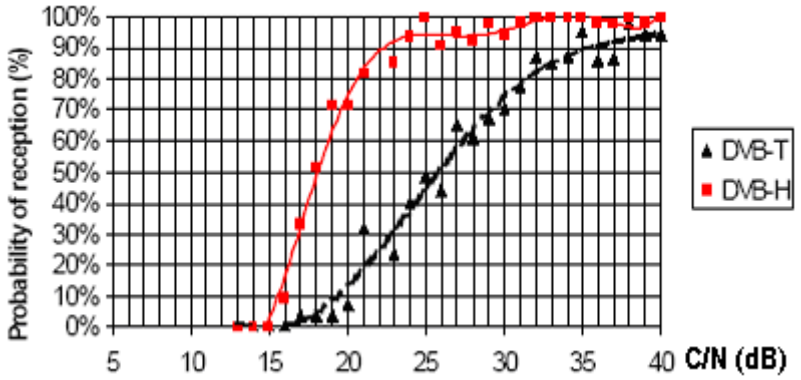


Fig. A3.5 Ricezione indoor — Modulazione 8K ¼ 16QAM ⅔ MPE-FEC ¾

A3.4.2 Sperimentazioni tedesche: Esperimento di Berlino

Per i problemi di copertura del territorio con tecnica DVB-H di grande interesse sono i risultati dell'esperimento, nell'ambito del BMCO "*Broadcast mobile convergence*" compiuto nel 2004 a Berlino in collaborazione tra *Vodafone, Nokia, Philips e Universal Studios, Network Deutshland GMBH.* In estrema sintesi l'esperimento ha dimostrato come con 2 trasmettitori (probabilmente in uso per il DVB-T) in area densamente urbana è possibile coprire il 22% della popolazione. Portando a 7 il numero dei trasmettitori si copre il 75%. In entrambe i casi con una "*Building Penetration Loss*" di 20 dB ed una "*Location Probability*" del 85% (con varianza nel calcolo della "*Location probability*" del 7,8 dB).
Le due Figure A3. nel seguito illustrano le coperture nell'area di Berlino con due e con sette trasmettitori, i trasmettitori in giallo sono i due principali quelli in viola i cinque aggiunti. Le aree bianche in figura risultano coperte quelle gialle non coperte.

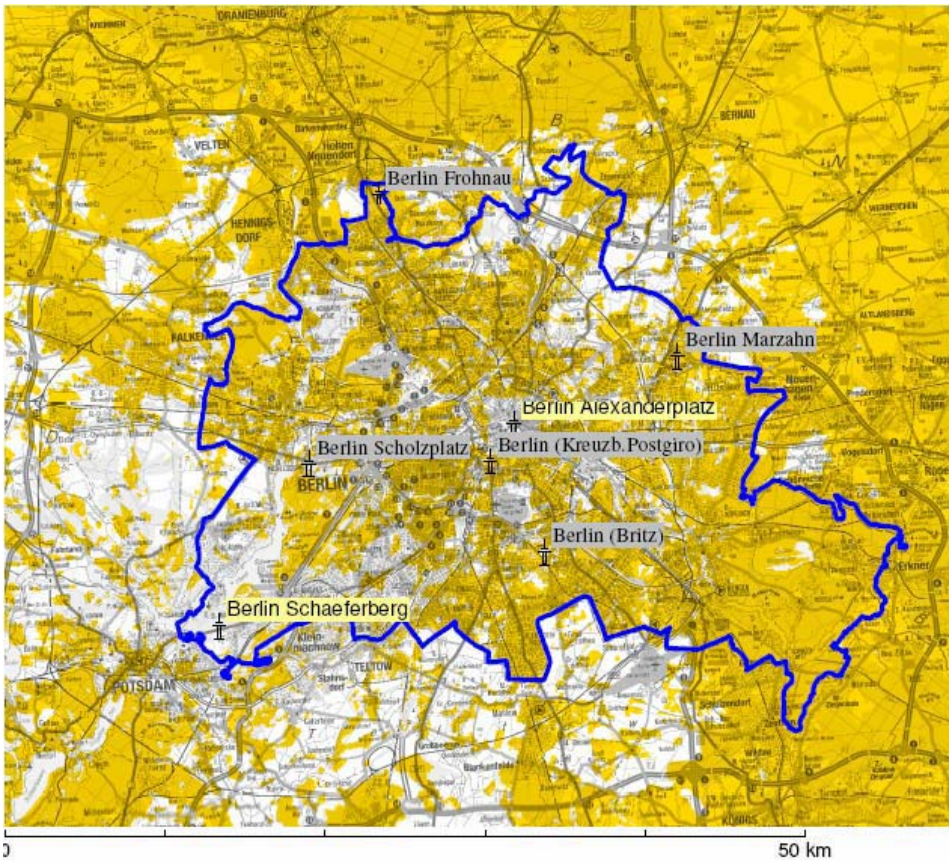


Fig.A3.6 Copertura di Berlino con 2 trasmettitori

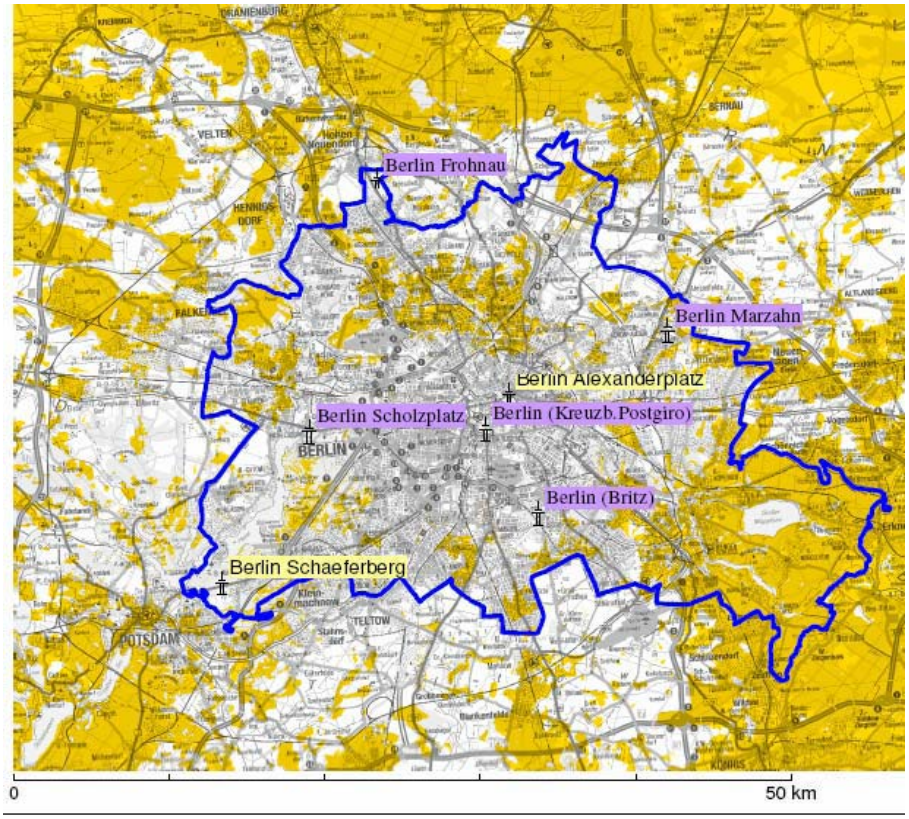


Fig.A3.7 Copertura di Berlino con 7 trasmettitori

A3.4.3 Sperimentazioni italiane: esperimento di Torino

La RAI ha in corso una sperimentazione DVB-H su una frequenza propria dal trasmettitore (in collina) di "Torino Eremo" e con un "*gap filler"* isofrequenziale in città.
Le sperimentazioni sono state condotte con una configurazione di rete del tipo *DAB like,* con un basso numero di trasmettitori e quindi non ottimizzata in efficienza spettrale. Si è infatti usata una modulazione gerarchica ricavando da un Multiplex circa 4 Mbit/s in DVB-H con modulazione QPSK 1/2, più 12 Mbit/s ricavati in DVB-T con modulazione 64 QAM 1/2.
Dalla sperimentazione sono riportate alcune figure e tabelle significative.
La ***Tabella A3.2*** che segue illustra come una copertura DVB-H può essere ottenuta usando solo i trasmettitori della TV analogica "digitalizzati" a parità di potenza (EIRP≅75 dBμV/m), a patto che nel ricevitore venga montata una antenna esterna a frusta, per altri tipi di antenna sono necessarie potenze maggiori.

Tab A3.2. Copertura del DVB-H nell'esperimento di Torino

Reception condition	Receiver Antenna Type/gain	Coverage probability (%)	Minimum Field strength @ 10 m (suburban /urban) E (dBμV/m)
Portable Indoor Ground floor	Integral with terminal G=-10 dBi (TR 102377)	70 86 95	83 /89 88/94 93/99
	Enhanced G=-5 dBi	70 86 95	78/84 83 /89 88/94
Mobile	External whip G=0 dBi	96 (high speed)	70/76
	In car Integral with terminal	96 (high speed)	87/93

Very high figures!!

La figura che segue illustra la copertura del trasmettitore (in collina) di "*Torino Eremo*" sul canale 29 UHF banda IV, la potenza elettrica è di 40 W che, con il guadagno d'antenna, produce un ERP (effective radiated power) di 300÷400 W. La figura riporta i valori di campo risultanti. Inoltre, come risultato delle verifiche sperimentali, viene ipotizzata, per una copertura indoor di aree urbane con raggio superiore a 7÷10 Km una soluzione basata su 2÷3 trasmettitori in SFN. A questo proposito la RAI ha recentemente chiesto l'autorizzazione ad integrare l'esperimento con Gap filler situati in centro città. Comunque con il solo trasmettitore dell'esperimento ed una buona antenna sul telefono si ottiene una copertura di oltre il 70% in 5 dei edifici indicati nella pianta (con (EIRP≅80 dBµV/m).[10]

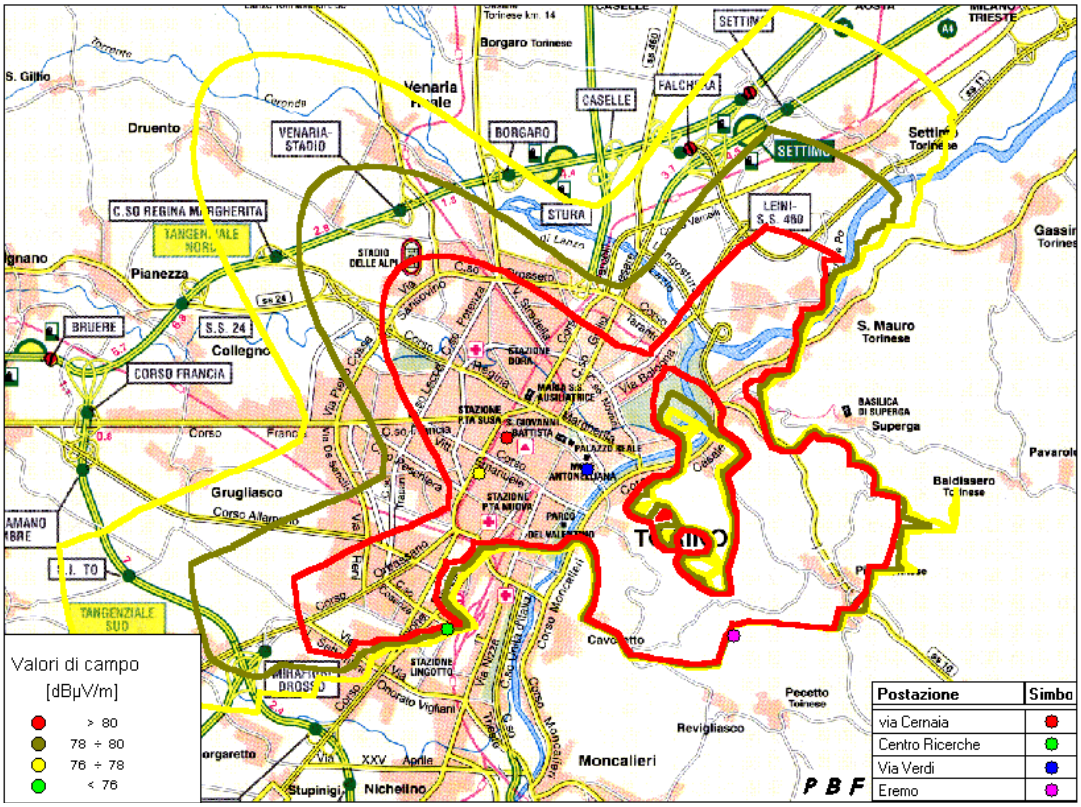


Fig. A3.8: Copertura con 1 trasmettitore di Torino

L'ultima figura proposta illustra la ricezione mobile e vengono indicati i percorsi coperti con antenna interna al veicolo (verdi) e antenna esterna a frusta (rossi)



Fig. A3.9 Percorsi auto con antenna interna ed esterna (a frusta)

[10] Per altre esperimenti italiani ipotizzati nel prossimo futuro vedi Annesso 4

Annesso 4

A4 Scenario internazionale per le politiche di sviluppo di radiofonia digitale (Giugno 2005)

Sommario ***Pg***

A4.1 POLITICHE DI SVILUPPO ED ESPERIENZE DAB E DMB.....83
A4.1.1 GENERALITÀ.....83
A4.1.2 SCENARIO DAB IN U.K.....83
A4.1.3 SCENARIO DAB/DMB NEGLI ALTRI PAESI.....85
A4.2 ESPERIENZE SU ISDB ("*INTEGRATED SERVICE DIGITAL BROADCASTING*") IN GIAPPONE.....87
A4.3 ESPERIENZE E POLITICHE SUL DVB-H ("*DIGITAL VIDEO BROADCASTING-HANDHELD*").....87
A4.4 ESPERIENZE SUI SISTEMI IBOC E DRM......88
A4.5 SPERIMENTAZIONI SUI SISTEMI DAB-S E DMB-S.....89

TABELLA A4.1 Caratteristiche degli esperimenti attualmente in corso sul DVB-H all'estero 88

A4.1 POLITICHE DI SVILUPPO ED ESPERIENZE DAB E DMB

A4.1.1 GENERALITÀ

A livello internazionale la ***situazione del DAB*** (*Digital Audio Broadcasting)* è in una fase di apparente benessere unicamente nel Regno Unito, dove i vari "attori" della catena del valore, con in testa il Governo e la BBC, già da tempo hanno intrapreso una serie di iniziative coordinate volte all'affermazione di tale tecnologia.

Gli altri grandi Paesi della Comunità Europea, in primo luogo la Germania, la Francia, e i Paesi Scandinavi e via via tutti gli altri, sono alla presa con alti e bassi, ed una decisione finale non è stata ancora maturata.

Negli altri grandi Paesi quali gli USA, il Canada, o i Paesi del Sud-Est Asiatico (Corea e Giappone), gli aspetti di competitività che derivano da altre tecnologie, o per contro l'utilizzo di bande di frequenze non congruenti a quelle Europee, possono pregiudicare l'affermazione del DAB nel suo complesso.

Altre tecnologie di distribuzione, infatti, sono presenti o si stanno affacciando alla ribalta, e grazie agli aspetti funzionali e prestazionali intrinseci, e ai servizi che potenzialmente sarebbero in grado di espletare già da oggi ed in futuro sono viste di buon occhio. Ad esempio ***tecnologie quali DMB*** *(Digital Multimedia Broadcasting*), ***ISDB*** (I*ntegrated Services Digital Broadcasting)*, ***DRM (****Digital Radio Mondiale*), ***DVB-H*** (*DVB-Handled)*, solo per citarne alcune, sono oggetto di sperimentazioni di servizio in varie parti.

Nel seguito si prenderà particolarmente in esame lo scenario in essere in Gran Bretagna, che è sicuramente il Paese più avanzato nella sperimentazione DAB e dove esso si è sviluppato con una certa enfasi nel corso degli ultimi anni e quindi con più alta percentuale di possibilità di affermarsi. Va chiaramente messo in evidenza che la spinta data al DAB in UK fa parte di una ***chiara politica industriale voluta dal Governo U.K.***

Per quanto attiene agli altri Paesi verrà fatto un breve cenno alle questioni che sono sul tavolo, in particolare con un risvolto agli aspetti tecnologici.

A4.1.2 SCENARIO DAB IN UK

Generalità. Il Regno Unito si può ritenere giustamente il capofila di tutti gli altri Paesi nell'adozione del DAB, grazie agli sforzi ed all'esperienza maturata finora, all'approccio adottato ed alla cooperazione tra i vari attori attivi e parte del processo. Il Governo ha giocato un suo preciso ruolo, provvedendo a tempo debito ad allocare spettro, ed abilitando i vari *broadcaster* (sia l'operatore pubblico BBC, che gli operatori commerciali) a pianificare un adeguato regime regolatorio finalizzato all'investimento in questa tecnologia.

Sono essenzialmente due i fattori chiave, da intendersi come elementi di rischio, che nel processo evolutivo verso il "tutto" DAB debbono essere monitorati: la scarsità dello spettro attuale, insufficiente a contenere i nuovi servizi futuri, e il mercato dei ricevitori nel segmento dell'automobile (ricevitori mobili "*in-car*"). Infatti, a dispetto del forte avanzamento nel mercato dei ricevitori DAB fissi e portatili, il settore mobile (autoradio) rimane sottosviluppato, soprattutto se paragonato al mercato dei dispositivi fissi e portatili, e stenta a decollare.

Strategia delle emittenti radio per la radio digitale. L'emittente pubblica BBC, all'origine, era il solo membro UK nel Consorzio Eureka 147 (*Eureka 147* è il nome del progetto di collaborazione a livello Europeo che ha prodotto lo standard DAB per la ricezione fissa, portatile e mobile). La BBC ha apportato nell'arco degli anni notevoli migliorie allo standard, collaborando intensivamente nella fase dei *trial*. Il progetto *Eureka 147* è stato adottato dal*l'ETSI* ed è oggetto di attenzione anche in molti paesi extra-europei.

La tecnologia DAB fa uso di un formato standardizzato *TPEG* ("*Travel Protocol Experts Group"*) progettato per permettere che le informazioni relative al traffico (e durante il viaggio in genere) siano fruibili dagli utilizzatori in una forma che è indipendente dalla piattaforma di distribuzione.

Stato dell'arte del DAB. L'evoluzione del DAB può essere ricondotto negli UK a due fasi: una prima fase caratterizzata da una situazione volta a far riconoscere la tecnologia ed una seconda fase per farne decollare l'iniziativa.

Durante la prima fase il Governo ha allocato una porzione di spettro in Banda III, ed ha autorizzato i multiplex per le emittenti commerciali (le licenze erano concesse per 12 anni). La decisione nel 1994

di allocare al DAB un blocco di sette canali in Banda III (tra 217.5 MHz e 230 MHz) ha permesso all'industria della radio di avviare il proprio percorso di migrazione al digitale.
La seconda fase, ovvero decollo dell'iniziativa DAB, è stata caratterizzata dall'approvazione da parte del Governo dell'assegnazione delle risorse spettrali. La BBC nel 2001 ha potuto avviare il processo di migrazione al DAB, e nel 2002 ha potuto lanciare cinque servizi radio "digital-only" (*Five Live Sports Extra, 6 Music, 1Xtra, Asian Network and BBC7).* Nel 2003, sia la BBC che le radio commerciali, hanno esteso la loro copertura e hanno avviato una notevole campagna di comunicazione, volta a sensibilizzare i cittadini su questa nuova tecnologia.
Questo approccio ha coinciso con l'arrivo sugli scaffali dei negozi di dispositivi radio alquanto "affidabili", prodotti da una nutrita schiera di manifatturieri. Il 2003 si è dimostrato l'anno dove la combinazione di varie componenti (nuovi servizi, ricevitori ad un prezzo ragionevole, copiosa promozione ed una chiara domanda da parte dei consumatori) ha raggiunto la migliore sintonia.
Di fatto il mercato dei ricevitori DAB si è sviluppato considerevolmente negli ultimi sette anni passando da prodotto di nicchia a prodotto di massa disponibile nei più svariati supermarket. Attualmente sono presenti 46 manifatturieri che producono oltre un centinaio di modelli DAB, nei vari segmenti di mercato dal fisso al mobile. Nei ricevitori mobili autoradio, tuttavia, il lavoro da fare resta ancora parecchio.
***Ricevitori e Mercato pan-europeo per il DAB*.** Come detto in precedenza nel 2003 sono state lanciate campagne di comunicazione da parte della BBC, ed è altresì accresciuta la campagna promozionale da parte delle radio commerciali. Tali azioni hanno permesso il definitivo avvio del mercato con 330.000 ricevitori radio venduti nell'arco di 12 mesi, e cosa alquanto significativa i ricevitori erano dotati di diverse funzionalità combinate. Le vendite hanno raggiunto il milione di dispositivi nell'arco del 2004.
Per quanto attiene ai contenuti editoriali per la radio digitale, questi sono essenzialmente di tipo ad "*access free*" e non di tipo "*premium*", a differenza di quanto sta avvenendo ed è avvenuto per la televisione digitale.
Questi presupposti creano l'ovvia conseguenza che il mercato della radio digitale è destinato a seguire un andamento di vendita graduale, se non intervengono altri fattori abilitanti, così come avvenuto per la radio FM.
Nonostante i progressi significativi ottenuti nel mercato dei ricevitori DAB nel suo insieme (ricevitori fissi, portatili e mobili), nel segmento per le automobile il processo sta invece procedendo molto a rilento ed in maniera non conforme alle aspettative. C'è una limitata scelta di ricevitori presenti sul mercato, pochi manifatturieri sono attivi ed oltretutto i pochi modelli presenti hanno un costo eccessivo e sono di difficile installazione. Per contro la competizione che deriva al DAB da altre piattaforme, quali ad esempio quella dei telefonini mobili di 3G e del DVB (*Digital Video Broadcasting)*, possono intaccare il successo fin qui ottenuto dal DAB.
Livello di copertura. La rete BBC nazionale per il DAB è stata commissionata all'industria manifatturiera sin dal 1997, ed ha raggiunto l'85% di penetrazione della popolazione nel 2004. La copertura della rete nazionale commerciale per il DAB si è estesa all'85% alla fine del 2003. Le radio commerciali hanno manifestato l'intenzione di estendere la copertura al 90%.
Occorre precisare che i valori di copertura possono variare, anche sensibilmente, a seconda delle direttrici strategiche che saranno adottate relativamente alle risorse spettrali, ovvero utilizzo in Banda III (ed eventuali sotto-bande aggiuntive in Banda III) od in Banda L.
***Il ruolo del Governo e l'ipotesi di spettro addizionale*.** Gli attori che operano nel Regno Unito sono convinti che il ruolo fin qui svolto dal Governo sia stato decisivo. Ciò non di meno sono altrettanto convinti che il Governo debba ancora giocare un ruolo centrale e determinante nel prossimo futuro, soprattutto se il Regno Unito vuole consolidare un atteggiamento di *leadership* mondiale nel mercato della radio digitale.
E' opinione che la radio digitale debba avere disponibile l'intero spettro analogico ad ultimazione della fase di *switch-over*. Questo potrebbe gettare le basi per un rimpiazzo a lungo termine dei servizi analogici. Il limitato ammontare di spettro per il DAB, può di fatto restringere la crescita del mercato del DAB e mettere a repentaglio lo *switch-over* al digitale.
In futuro ci potrebbe essere un ruolo per i servizi in Banda L. Al momento le emittenti radio ritengono che la prossima imminente fase dello sviluppo del *DAB* debba far uso dello spettro in Banda III.

A4.1.3 SCENARIO DAB/DMB NEGLI ALTRI PAESI

A livello internazionale il DAB è coordinato dal *World DAB Forum.* Tale organismo riunisce gli associati, *broadcaster,* manifatturieri e operatori di rete per incoraggiarne un'azione comune con la finalità di promozione su base mondiale.

La sua componente tecnica (*Technical Committee) l*avora per produrre dei miglioramenti al nucleo standard per assicurare che questi perfezionamenti continuino a soddisfare le aspettative dei *broadcaster* e della loro audience. Tutte le componenti tecniche dell'industria hanno potuto constatare i contributi di questa collaborazione tecnica.

Il DAB è accettato come tecnologia standard per la radio digitale dall'*European Broadcasting Union* (*EBU*), dalla maggior parte dei Paesi Europei ed da altri Paesi, quali l'Australia, Canada e Singapore.

Contrariamente al Regno Unito, altrove la situazione è molto diversa. La maggior parte dei Paesi Europei ha una propria strategia ed è già dotata di un'infrastruttura per il digitale in genere, ma pochi Paesi sono nella condizione di offrire dei servizi "*digital-only",* e stentano a orientare e a far decollare il mercato consumer.

Negli altri Paesi della Comunità Europea, le restrizioni regolamentari hanno reso difficile ai broadcaster pubblici di poter orientare gli investimenti ed offrire la necessaria sicurezza circa le spese relative alla tecnologia digitale. Inoltre, sebbene il mercato UK sia sufficientemente avanzato per stimolare gli appetiti e gli entusiasmi dei grandi manifatturieri in genere (e di quelli Giapponesi in particolare) un mercato pan-Europeo per il DAB che comprendesse almeno il Regno Unito, la Francia, la Germania e i Paesi Scandinavi, sortirebbe sicuramente un altro effetto. Oltretutto occorre evidenziare che nei Paesi Scandinavi, come ad esempio in Danimarca, sono sicuramente presenti i presupposti di base, quali la copertura diffusa, la disponibilità di dispositivi DAB, così come nuovi servizi ed in tal senso gli indizi sono promettenti.

Nel seguito si fa una breve rassegna della posizione di questi paesi.

Germania

Quale più grande mercato di *consumer electronics* in Europa dopo il Regno Unito, la Germania avrebbe potuto giocare una parte decisiva per abilitare la tecnologia DAB digital radio ad indirizzarsi in un dato filone. Tuttavia, sebbene la qualità della sua infrastruttura sia paragonabile a quella del Regno Unito, con circa l'80% della popolazione coperta, il DAB in Germania è in una fase di stallo.

Infatti,il necessario quadro di regolamentazione è carente, con i broadcaster pubblici che non sono in grado di assicurare dei fondi extra da investire in servizi esclusivamente dedicati alla radio digitale. Inoltre, non sono state assegnate frequenze per nuovi servizi e la radio terrestre è trasmessa principalmente in FM che, peraltro, funziona in modo perfetto.

I dispositivi immessi sul mercato sono scarsi ed insufficienti e quindi l'eventuale azione di promozione va a scontrarsi con una realtà oggettiva che impedisce il formarsi di una domanda forte per il DAB, anche perchè la diffusione in FM è ottima in questo paese.

Il DAB è disponibile in Germania dal 1999. Dal 2004 la rete DAB copre l'80% del Paese e diffonde i principali servizi radio tedeschi in VHF Banda III.

Malgrado questi presupposti, il DAB non è stato accolto dal mercato anche perché offre un limitato valore aggiunto agli utenti: sono solo pochi i canali proposti in alternativa alla FM, non ci sono nuovi canali radio, sono scarsi i servizi supplementari, la ricezione "*indoor*" è carente dal punto di vista qualitativo.

Nelle varie delibere che si susseguono, l'orientamento verso le tecnologie da applicare alla radio digitale, non corre in una sola direzione ed è fatto cenno ad altre tecnologie che vanno verso indirizzi diversi, quali il DMB, il DRM, il DVB-H ecc, per l'***offerta di nuovi servizi sulle frequenze esistenti.***

Sembra che la Germania stia lentamente optando per DVB-H.

Francia

La Francia, che è un altro mercato considerevole per la radio in Europa, è esitante, nei confronti della tecnologia DAB. Il *broadcaster* pubblico è timoroso nel prendere l'iniziativa, in quanto teme che altre tecnologie possono soppiantare il DAB, ed è poco propenso a fronteggiare la competizione che il digitale comporta.

La situazione della Regolamentazione è stata in costante cambiamento nell'arco degli anni e le prospettive per la radio digitale terrestre in Francia sono alquanto incolori.

In Francia il DAB è stato introdotto fin dal 1999, ma è disponibile soltanto in alcune zone, Parigi, Lione, Marsiglia, Tolosa dove viene utilizzata la Banda L.

Il lancio della televisione digitale terrestre avvenuto il 31 marzo 2005 scorso, ha riaperto il dibattito sull'opportunità di un progetto per completa digitalizzazione della radio. Lo scorso aprile 2005, il *Conseil Supérieur de l'Audiovisuel* (CSA) ha deciso di indire una consultazione pubblica sulla diffusione della radio digitale che si chiuderà il 30 giugno 2005 prossimo.

Spagna

In Spagna le prime trasmissioni radiofoniche in tecnica DAB sono state lanciate nell'aprile 1998 nelle aree di Madrid, Barcellona e Valencia. Attualmente esistono servizi di radiodiffusione digitale anche nel Paese Basco, in Catalogna ed in Galizia.

La regolamentazione vigente sul DAB in Spagna è alquanto articolata, e prevede:

- il Governo centrale detiene l'autorità per la concessione dei canali radio nei tre multiplex (blocchi nazionali);
- in ogni multiplex sono trasmessi sei canali radiofonici;
- il gruppo radiofonico nazionale di natura pubblica (RNE) è dotato di quattro canali radio in un unico multiplex nazionale senza disconnessione e due canali in uno dei multiplex nazionali con disconnessione territoriale;
- i Governi delle Comunità Autonome possiedono l'autorità per la concessione dei canali nei multiplex regionali e locali;
- il Governo di ogni Comunità Autonoma possiede fino a tre canali radio in ognuno dei multiplex regionali.

Paesi scandinavi

In ***Svezia*** il DAB è stato introdotto nel 1995. Soltanto l'operatore di servizio pubblico SR ha un' autorizzazione per le trasmissioni DAB. Nel 2001 è stato deciso di ridurre l'entità della copertura. La rete copre circa il 35% della popolazione.

In ***Danimarca*** sono in esercizio circa 30 trasmettitori per il DAB. La Danimarca ha previsto la possibilità di raggiungere la copertura del 90% con l'utilizzo di un multiplex. Secondo i dati dell'*European Radio Organisation (ERO)*, nel febbraio 2004 erano stati distribuiti appena 40.000 ricevitori per la radio digitale DAB.

In ***Norvegia*** Il DAB è stato lanciato nel 1998 e sono attivi circa 32 trasmettitori per il DAB. E' stata stabilita una dotazione di 2 multiplex attivi con 3 broadcaster che hanno la titolarità della licenza per la radio digitale. La Norvegia ha previsto la possibilità di raggiungere la copertura del 39% della popolazione con l'uso di un multiplex e la copertura del 25% della popolazione con l'ausilio del secondo multiplex. Sempre secondo dati dell'ERO, nel febbraio 2004 erano stati distribuiti appena 2.000 ricevitori per la radio digitale DAB.

*I*n ***Finlandia*** *s*olo un broadcaster diffonde il DAB: si tratta dell'operatore pubblico *Finnish Broadcasting Company*. Gran parte della programmazione digitale è trasmessa anche in FM.

Stati Uniti

Gli USA ed il Giappone non hanno seguito del tutto la tecnologia DAB, inducendo una quantità di questioni e di perplessità circa la sua attuabilità.

Negli USA la FCC (*Federal Communications Commission*) nel 1997 ha assegnato due licenze per operare con servizi di radio digitale da satellite nella porzione di spettro di 2,3GHz.

I due operatori coinvolti, offrono entrambi servizi su una diversità di programmi secondo un modello a pagamento del tutto inusuale, rispetto al modello radio analogico esistente negli USA, con pochi o nessun *break* pubblicitario. Ogni operatore articola la propria offerta con circa 150 programmi (senza pubblicità). Le offerte satellitari radio si avvalgono all'incirca 4,5 milioni di abbonati.

Canada

In Canada sono state autorizzate 61 stazioni per la diffusione del DAB nel 2002. Tutte le principali emittenti del Paese si sono impegnate nella radio digitale: A*stral Radio, CBC/Radio Canada, Chum Ltd, Standard Radio Inc., ecc.*

Il Canada utilizza lo standard Eureka 147 ma, contrariamente alla scelta operata dagli operatori Europei, utilizza esclusivamente la Banda L.

L'associazione DRRI guida le campagne di comunicazione per lo sviluppo del DAB e conduce un'attività di *lobbing* nei confronti dell'industria dell'automobile, affinché i costruttori inseriscano i ricevitori DAB nella dotazione standard delle automobili, senza alcun sovraccosto.

Il mercato non è fortemente sviluppato, pochi sono i manifatturieri e altrettanto pochi sono ricevitori radio digitali disponibili. Va altresì fatto notare che i ricevitori di questa gamma di frequenze, oltre ad essere più costosi, sono incompatibili con i ricevitori in Banda III.

Corea

Anche in Corea la situazione sta evolvendo in direzione diversa dall'impiego della tecnologia DAB. L'attenzione sembra si stia tuttavia, totalmente focalizzando sul sistema DMB (*Digital Multimedia Broadcasting)* che rappresenta l'evoluzione moderna del sistema DAB. Il governo ha assegnato sei licenze per il DAB-T ed il sistema si sta sperimentando anche su satellite.

Il DMB è un sistema di distribuzione che può lavorare bene per audio, video e testo, abilitando la fornitura di servizi in maniera assai flessibile. Con il DMB, si utilizzano tecnologie di codifica del tipo MPEG-4 (o anche altre in alternativa), in grado di produrre un più alto grado di compressione (rapportato alla stessa minima qualità di danneggiamento), rispetto a quello raggiunto usando lo schema di compressione della tecnologia DAB.

La Corea dovrebbe iniziare il servizio commerciale DMB nel 2005, (l'Inghilterra e la Germania nel 2006). In queste nazioni, dotate di reti DAB, DMB potrebbe diffondersi senza supportare costi per nuove infrastrutture di trasmissione.

A4.2 ESPERIENZE SU ISDB ("*INTEGRATED SERVICE DIGITAL BROADCASTING")* IN GIAPPONE

Il Giappone ha adottato un proprio approccio al mercato della radio digitale, in un ambiente di "media" sostanzialmente diverso da quello presente in Europa, ed ove la radio gioca un ruolo molto marginale.

In Giappone tutto il *broadcasting* digitale è imperniato su uno standard denominato *Integrated Services Digital Broadcasting (ISDB)*, in grado di supportare la distribuzione di radio, televisione e dati su ricevitori fissi e mobili.

Ci sono esperimenti in campo fin dal 1999. Alla fine del 2003, è stato introdotto un *trial radio* in un limitato numero di aree, usufruendo del canale 7 (BANDA III da 188 MHz a 192 MHz) supportato da un broadcaster nazionale (NHK) e da operatori commerciali radio.

Il sistema ISDB è un sistema differente dall'Eureka 147 del DAB/DMB anche se nei due sistemi, pur essendo diversi, molte caratteristiche del "core" possono essere raffrontate ed accomunate. Infatti, alla stessa stregua del DAB, l'ISDB utilizza un sistema COFDM rendendolo di fatto adatto al distribuzione terrestre in ambienti urbani. Oltre al sistema di modulazione, l'ISDB utilizza la stessa tecnica di "*time interleaving*". Per contro l'ISDB utilizza una codifica audio di tipo AAC (come peraltro impiegata anche dal DMB).

A4.3 ESPERIENZE E POLITICHE SUL DVB-H ("*DIGITAL VIDEO BROADCASTING-HANDHELD")*

Sono numerose le sperimentazioni attualmente in corso in Europa nel campo del DVB-H sopratutto con l'intento di indagare le sue potenzialità per Mobile-Tv verso i cellulari.

Prove tecniche dei servizi sono in corso in Germania (Berlino), Finlandia (Helsinki) e Stati Uniti (Pittsburgh), mentre eventi di grande risonanza, quali IBC, 3*GSM World Congress*, CeBIT e DVB World, hanno incluso nei loro programmi dimostrazioni "*end-to-end"*. Ulteriori prove sono previste in Australia, Francia e Regno Unito, dove Oxford sarà la sede di una prova commerciale su grande scala: 500 persone avranno accesso a servizio DVB-H su 16 canali, con programmi di musica, notizie, sport, teatro e cartoni animati.

Negli USA *Crown Castle* ha aperto la porta a DVB-H ottenendo una licenza per un canale a 5 MHz in banda L per una rete a singola frequenza (SFN). In questo caso la robustezza della modulazione e, soprattutto, il ridotto consumo delle batterie sono stati ritenuti fattori vincenti; permangono però problemi legati alle dimensioni dell'antenna per raggiungere un guadagno sufficiente. Il servizio commerciale dovrebbe iniziare nel 2006.

Di particolare rilievo sono certamente gli esperimenti in corso in Finlandia ed in U.K. che vedono coinvolti contemporaneamente i *broadcaster* pubblici e privati, almeno un operatore radiomobile, il manifatturiero di stazioni radio e terminali. La Tabella A4.1 descrive brevemente la natura delle due sperimentazioni, assieme a quella più propriamente tecnica svolta a Metz in Francia già ampiamente citata in Annesso 3.

In ***Germania*** sono in corso esperimenti su DVB-H Alcuni dati tecnici dell'esperimento di Berlino del 2004 in collaborazione tra *Vodafone, Nokia, Philips, Universal Studios Networks e Deutshland GMBH* sono stati già riportati in Annesso 3.

In ***Olanda*** dal 2004 sono iniziati esperimenti DVB-H con l'operatore olandese di TV digitale *Digitenne,* e Nokia.
In ***Spagna*** tra settembre 2005 e febbraio 2006, in coincidenza con la cerimonia di chiusura del *GSM World Congress 2006* di Barcellona, si svolgeranno (a Barcellona stessa ed a Madrid) sperimentazioni DVB-H grazie a un accordo stipulato da *Abertis Telecom, Nokia e Telefonica Moviles*.
In ***Finlandia***, nel giugno 2005, Il gruppo finlandese *Hantro* ha dimostrato, assieme a *Freescale Semiconductor* soluzioni DVB-H.

TABELLA A4.1 Caratteristiche degli esperimenti attualmente in corso sul DVB-H nei tre paesi

FINLANDIA	***REGNO UNITO***	***FRANCIA***
Dimensione ***- 500 clienti*** ***- 150 Km2 (Helsinki)*** ***- 5 trasmettitori*** ***Canali 'Basic'*** ***- 5 video*** ***- 3 audio*** ***Canali 'Premium'*** ***- 6 video*** ***Tempistica*** ***8 marzo - 20 giugno 2005*** ***Risultati provvisori*** ***- la percentuale di utenti che ha disconnesso il servizio è molto bassa (6%)*** ***- il terminale palmare impiegato non è considerato adeguato per usi in mobilità (richiede entrambe le mani)***	***Dimensione*** ***- 350 clienti*** ***- 120 Km2 (Oxford)*** ***- 8 trasmettitori (su siti esistenti)*** ***- 16 canali TV*** ***Tempistica*** ***3 - 6 mesi per il lancio (gli accordi tra le parti sono l'elemento critico)*** ***con durata di 6 mesi a partire da inizio settembre 2005*** ***Aspetti regolamentari*** ***- licenza temporanea in banda UHF***	***Dimensione*** ***- 60 Km2 (Metz))*** ***- 2 trasmettitori (su siti esistenti, uno gap filler)*** ***- 3 canali TV, più traffico IP*** ***Tempistica*** ***–10 mesi da aprile 2004*** ***Risultati provvisori*** ***- testate diverse codifiche video (H263+AAC, WM9, Xvid)*** ***- testata multiplazione gerarchica (DVB-T+DVB-H nello stesso mux)*** ***- buoni risultati sia con ricezione veicolare che con terminale palmare***

In ***Italia,*** oltre gli esperimenti (Torino) della RAI già accennati in Annesso 3. si rilevano notizie di stampa su una Sperimentazione DVB-H del *Gruppo Profit (Lagostena),* attraverso la società *RTD*, sulle frequenze di *Telereporter* e *TLC-Telecampione* in Lombardia di cui però non si hanno notizie tecniche. Nokia ha richiesto ed ottenuto (per qualche mese) una frequenza dal Ministero Comunicazioni per una sperimentazione tecnologica DVB-H vicino Milano. È di pochi giorni dalla data di questo rapporto la ***notizia dell'accordo tra Mediaset e Telecom Italia*** per il lancio commerciale in Italia della TV su cellulare (Mobile-TV) ***con tecnologia DVBH;*** le due aziende, però non sembrano destinate ad un futuro assieme, sono anzi concorrenti. Le alleanze strategiche che sembra che si potranno creare sono rispettivamente TIM, Nokia, La 7 da un lato, e Mediaset, Nokia, Vodafone dall'altro, in tutti i casi mirate alle ***sperimentazioni su DVB-H.***
Negli ***USA,*** la *Crown Castle* ha aperto la porta al DVB-H ottenendo una licenza per un canale a 5 MHz in banda L per una rete a singola frequenza (SFN). In questo caso la robustezza della modulazione e, soprattutto, il ridotto consumo delle batterie sono stati ritenuti fattori vincenti. Permangono però problemi legati alle dimensioni dell'antenna per raggiungere un guadagno sufficiente. Il servizio commerciale dovrebbe iniziare nel 2006.

Nel Novembre 2004 l' ***ETSI (****European Telecommunications Standards Institute*) ***ha reso noto che lo standard da utilizzare per i servizi di mobile Tv sarà il DVB-H***. Non è però chiaro se questa presa di posizione avrà degli effetti normativi.

A4.4 ESPERIENZE SUI SISTEMI IBOC E DRM

Il miglioramento delle tecniche di compressione ha incoraggiato i ***"broadcaster" IBOC*** negli Stati Uniti ad utilizzare questo standard per diffondere più programmi. Non si tratta dunque di un sistema nato come multi-servizio (come il DAB e il DVB-H) ma il mercato ne sta incoraggiando la trasformazione in una sorta di "sistema multi-servizio *light*". La stessa FCC, presa in contropiede da questa tendenza, autorizza attualmente "in via sperimentale" il "broadcasting" di più programmi sullo stesso canale in attesa di una regolamentazione di legge.

Solo al momento dello *switch-off* dell'analogico, questa tecnologia potrebbe introdurre un significativo numero di nuovi servizi. La FCC sta valutando di porre fine alla radiodiffusione analogica terrestre e di riallocare le frequenze che saranno liberate per il 1 gennaio 2009.
I sistemi IBOC proposti sul mercato americano erano originariamente tre: *USA Digital Radio* (*USADR*), *Lucent Technologies*, e *Digital Radio Express*. Il sistema è "decollato" nel momento in cui *USADR* e *Lucen*t hanno unificato gli sforzi convergendo nel consorzio ***iBiquity****;* Le stazioni operanti negli USA sono oltre 500, sia in FM che in AM, presenti in 44 Stati; il costo del ricevitore varia tra i 400 e gli 800$ ma la diffusione delle stazioni *HD-Radio* ha recentemente incoraggiato una tendenza alla riduzione dei prezzi.
Radio France ha già avviato le trasmissioni su Parigi in collaborazione con l'operatore di rete TDF per ***sistemi DRM.*** Il sistema è oggi in fase di avanzata sperimentazione sul campo: 65 *broadcaster* hanno iniziato le trasmissioni in molti paesi europei, Russia compresa, in Cina, Kuwait, Nuova Zelanda, Tailandia; Esistono già alcuni ricevitori, stand-alone o schede PC, i prezzi variano tra i 600 e gli 800 €, ma si stima un abbattimento fino a circa 200 €.
Il sistema DRM in AM potrebbe risultare una soluzione interessante per il nostro Paese a causa della scarsa utilizzazione della banda AM (resa ancor più scarsa dal "forfait" RAI).

A4.5 SPERIMENTAZIONI SUI SISTEMI DAB-S E DMB-S

Negli USA due società*, Sirius Satellite Radio* (3 satelliti) e *XM Radio* (due satelliti), hanno ottenuto una licenza per diffondere segnali ***DAB-S in banda S*** (2.3 GHz) con 12.5 MHz di banda ciascuna, in grado di trasmettere circa 130 programmi digitali stereofonici con qualità "quasi CD" (50% a pagamento a 10$/mese, 50% per rediffusione di programmi terrestri). Il segnale satellitare è integrato da "*gap filler*" terrestri per permettere la continuità di copertura anche in aree fortemente urbanizzate. Gli abbonati sono circa 4 milioni ed il costo del ricevitore parte da 100$.
Dall'autunno 2004, è operativo un sistema ***DMB-S nippo-coreano*** geostazionario (cfr. *Scheda tecnica 1B* in Appendice 1), gestito della società MBCO, che utilizza le bande BSS proprie di quella Regione (2620 – 2670 MHz) che non prevedono un canale di ritorno se non su bande di frequenza previste per altri servizi. Il lancio commerciale è avvenuto nei primi mesi del 2005. Il sistema nippo-coreano ha ambizioni di proporsi sul mercato come un sistema DMB-S soprattutto in considerazione della tipologia di servizi offerti (trasmissione di programmi radiofonici ad alta qualità e programmi televisivi) mentre la mancanza del canale di ritorno dovrebbe collocarlo tra i sistemi prettamente di tipo broadcasting.
Il ***sistema DMB-S europeo*** è attualmente sviluppato all'interno del progetto *MAESTRO,* coordinato da Alcatel Space, con la partecipazione delle più importanti industrie ed operatori del settore, parzialmente finanziato dalla Commissione Europea nell'ambito del VI Programma Quadro. Il progetto, in fase avanzata di studio, ha iniziato una campagna di test con trasmissione verso i terminali di tipo UMTS, capaci di ricevere anche le frequenze trasmesse da satellite che saranno compatibili con quelle terrestri, anche per quanto riguarda lo specifico standard trasmissivo. I test si sono svolti nel corso del 2004 nella zona di Monaco-Montecarlo, e sono previste sperimentazioni in Cina nel periodo 2005-2006.