

Gli standard per i broadcaster nell'ecosistema 3GPP

Assunta **De Vita**, Vittoria **Mignone**, Alberto **Morello**
Rai - Centro Ricerche, Innovazione Tecnologica e Sperimentazione

PRINCIPALI CARATTERISTICHE DELL'eMBMS RELEASE 14

Nell'ottica di estendere l'offerta TV a tutte le piattaforme, garantendo *contenuti video di alta qualità (HD, guaranteed QoS, no buffering time)* a milioni di utenti ad un prezzo contenuto, i broadcaster o, meglio, le *TV Media Company* hanno provato negli anni a introdurre varie tecnologie (*DVB-H, DVB-SH, MediaFLO,...*) allo scopo di fornire servizi di *TV mobile*. Tuttavia queste tecnologie hanno avuto un limitato successo commerciale, a causa sia della limitata disponibilità di terminali idonei, sia dell'eco-sistema (reti, risorse di frequenza, contenuti, fornitura di servizi, proprietà del terminale) di complessa definizione tra gli attori coinvolti (broadcaster/telecom) sia, infine, a causa dei modelli di business poco chiari per i diversi attori [1].

Tuttavia, una promettente opportunità è emersa nel 2015 grazie al 3GPP, che ha dato il via ad uno studio intitolato *Enhancement for TV service (EnTV)*. Questo ha fatto sì che la comunità dei broadcaster iniziasse a partecipare attivamente al 3GPP, sotto la guida dell'*EBU (Unione europea di radiodiffusione)* all'interno dello *Strategic Programme on Distribution*. Altre compagnie di broadcasting, come la giapponese *NHK*, hanno a loro volta sostenuto l'iniziativa *EBU*.

Nel passato, tutti i tentativi di introdurre nuove tecnologie per la fornitura di servizi di TV mobile hanno avuto poco successo dal punto di vista commerciale, per varie ragioni tra cui la limitata disponibilità di terminali idonei, ma anche per modelli di business poco chiari tra i diversi attori coinvolti (Broadcaster/Telecom).

Tuttavia, una promettente opportunità è emersa nel 2015 da parte del 3GPP, che ha dato il via ad uno studio intitolato Enhancement for TV service (EnTV). Questo ha fatto sì che la comunità dei broadcaster iniziasse a partecipare attivamente al 3GPP, sotto la guida dell'EBU (Unione europea di radiodiffusione). Da allora i broadcaster hanno cominciato a presentare le loro richieste per la distribuzione di servizi TV mediante il 3GPP.

Il primo set di requisiti che accoglievano appieno le esigenze dei broadcaster è stato definito nella Release 14 del 3GPP. Al fine di introdurre ulteriori miglioramenti a tale specifica e di colmare le lacune, è stato avviato uno studio per la Release 16 intitolato Study on LTE-based 5G Terrestrial broadcast il cui completamento è previsto per la fine del 2019.

Alcuni acronimi utilizzati nell'articolo

EBU: European Broadcasting Union
3GPP: 3rd Generation Partnership Project
ISD: Inter Site Distance
CP: Cyclic Prefix
RAN: Radio Access Network
RAN1: RAN Working Group 1
OFDM: Orthogonal Frequency-Division Multiplexing

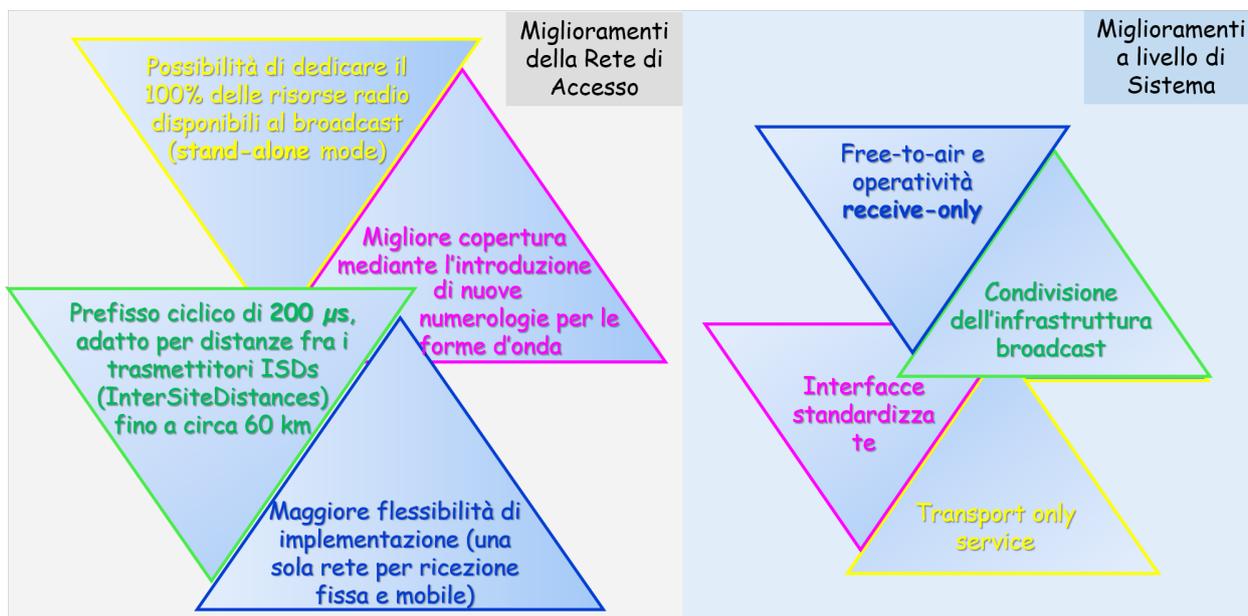


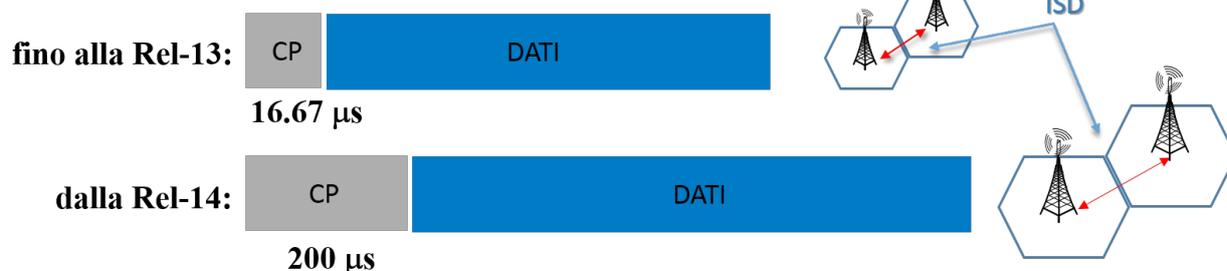
Fig. 1 – Requisiti di alto livello per la distribuzione di contenuti broadcast e servizi su sistemi 3GPP

I broadcaster hanno quindi cominciato a presentare le loro richieste relative alla distribuzione di servizi TV mediante il 3GPP (riassunte in Fig. 1).

Tali requisiti includevano, tra gli altri:

- *modalità standalone*, ovvero la possibilità di dedicare al broadcast il 100% delle risorse radio disponibili, superando così il limite del 60% specificato nelle versioni precedenti (fino alla Release 13);
- *modalità free-to-air e sola ricezione*, ovvero la possibilità di ricezione free-to-air senza SIM card e senza obblighi contrattuali verso un operatore di rete;
- definizione di un *prefisso ciclico (CP)* più lungo, pari a 200 μ s, per consentire una distanza tra siti (ISD) fino a circa 60 km in uno scenario di rete SFN (Single Frequency Network) (Fig. 2).

Fig. 2 – Numerologia del CP e dell'ISD



L'obiettivo principale per tutti questi requisiti era di modificare e migliorare la modalità broadcast già esistente del 3GPP chiamata **eMBMS** (*evolved Multimedia Broadcast Multicast Service*) che offre funzionalità multicast e broadcast ed è stato introdotto in 3GPP già dalla *Release 9*. Era basato sulla prima versione della modalità multicast/broadcast chiamata **MBMS**, che è parte delle specifiche già dalla *Release 6*.

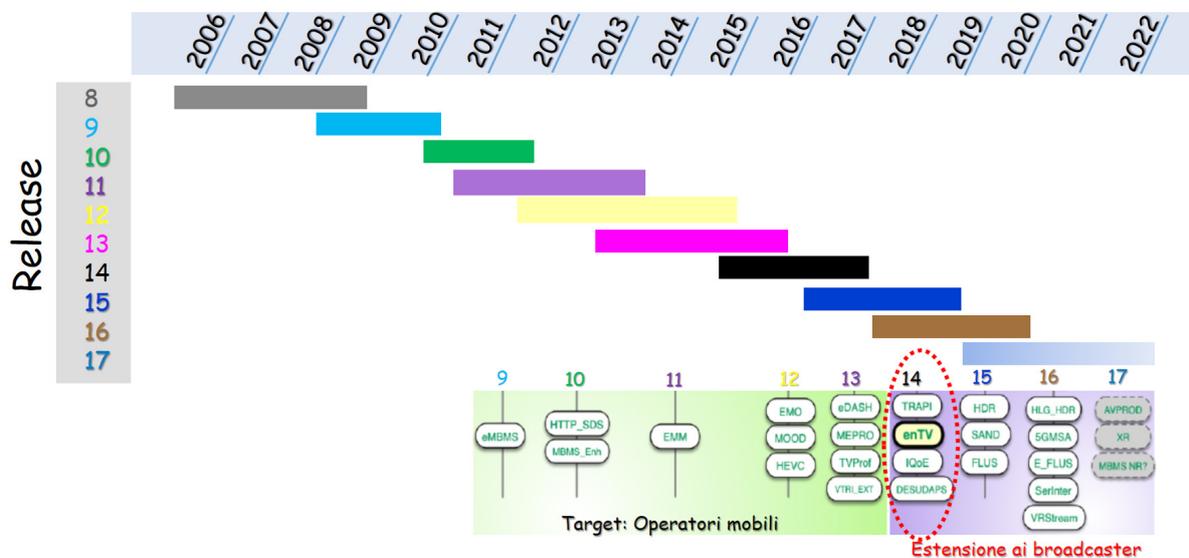
Tuttavia, fino alla *Release 13* (Fig. 3), l'**eMBMS** era limitato da alcuni vincoli che lo rendevano poco attraente per la comunità dei broadcaster. Ad esempio, solo un massimo del 60% della capacità poteva essere assegnato per trasmissioni di tipo **eMBMS**, mentre il resto doveva essere riservato per trasmissioni unicast. Di conseguenza, l'**eMBMS** in questa variante poteva essere istanziato solo nella configurazione tradizionale della rete mobile ed gestito da un operatore mobile tradizionale. Ciò era legato al fatto che l'**eMBMS** poteva essere implementato solo per distanze tra siti di trasmissione (*ISD*) tipiche delle reti mobili 3G/4G, vale a dire dell'ordine di pochi chilometri al massimo. Ora invece, con l'estensione del *prefisso ciclico*, si apre la possibilità per gli operatori di rete broadcast di utilizzare la loro infrastruttura

di rete, cosiddetta **High Power High Tower (HPHT)**. L'**HPHT** è quindi una funzionalità chiave per consentire una copertura di trasmissione su vasta area [2].

L'obiettivo di sottomettere i requisiti mostrati in Fig. 1 era proprio quello di superare questi vincoli. L'uso del 100% della capacità per l'**eMBMS** e la possibilità di utilizzare *ISD* significativamente più grandi (rispetto a quanto ottenibile finora con la modalità *unicast*) miravano a consentire la realizzazione di reti in modalità *solo downlink*, le cosiddette reti **eMBMS standalone**. Il *Technical Report TR 22.816* [3] del 3GPP pubblicato a giugno 2017 come parte della *Release 14* conteneva tutte le richieste iniziali dei broadcaster.

Soluzioni promettenti per la distribuzione di servizi di TV lineare sui sistemi 3GPP basati sullo standard **LTE (Long Term Evolution)** erano, quindi, possibili ed è allora che è stato introdotto l'acronimo **FeMBMS** (*Further enhancements on evolved Multimedia Broadcast Multicast Service*). Da quel momento, una serie di trial sono stati avviati in Italia, Germania, resto d'Europa e del mondo, come ampiamente descritto in [4][5], al fine di testare le funzionalità introdotte da questa specifica.

Fig. 3 – 3GPP: gli standards per il broadcast 4G-5G



REQUISITI PER IL 5G - RELEASE 16

I risultati di tutte queste sperimentazioni, insieme ad una *gap analysis* condotta dall'EBU e da varie compagnie, in particolar modo *Qualcomm*, hanno costituito le basi per uno studio di follow-up in 3GPP, con lo scopo di migliorare ulteriormente la specifica *FeMBMS* e colmare le lacune ancora contenute nella *Release 14*.

Di conseguenza, è stato avviato all'interno del 3GPP uno *Study Item* per la *Release 16* intitolato *Study on LTE-based 5G Terrestrial broadcast* da completare entro la fine del 2019. Sono state identificate diverse limitazioni, così come riportato nel *Technical Report TR 36.776* [6] e in [7]. In particolare, rispetto a quanto fatto nella *Release 14* e definito nel *Technical Report TR 38.913* [8], il nuovo standard supporterà sia la copertura di grandi aree *SFN* per stazioni con un raggio di cella fino a *100 km* sia la mobilità fino ad una velocità di *250 km/h*. In particolare, ad oggi, è stato definito un *prefisso ciclico* più lungo pari a *300 μs* con una *durata del simbolo* di *2,7 ms* per la ricezione sul tetto e con grandi *ISD* (maggiori di *60 Km*); viene inoltre adottata una nuova numerologia con *100 μs* di *CP* e *400 μs* di *durata del simbolo* per una migliore mobilità. In tal senso, all'interno di *EBU*, *Rai* ha contribuito, dal punto di vista simulativo, ai lavori sottomessi al gruppo di lavoro *RAN1* del 3GPP, riguardanti lo studio di nuove numerologie da standardizzare. In particolare sono stati fatti studi

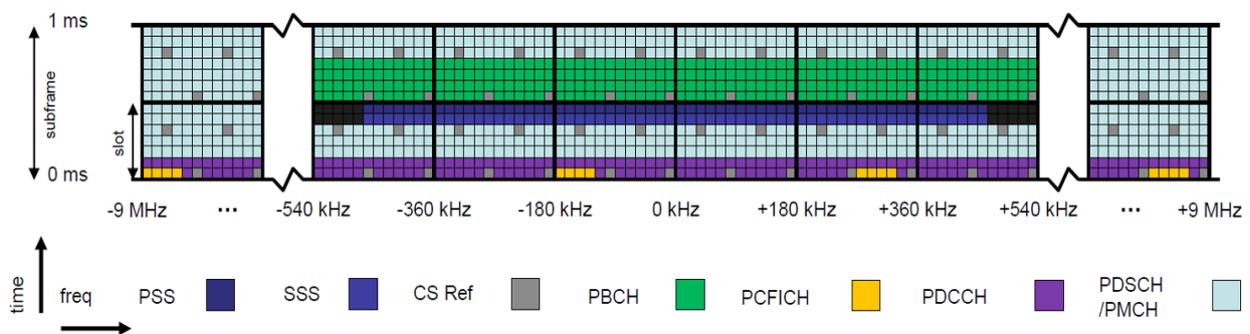
sistemistici relativi a simulazioni di configurazioni di rete *LPLT* (*Low Power Low Tower*), *MPMT* (*Medium Power Medium Tower*) e *HPHT* per diverse *durate del prefisso ciclico* (T_{CP}) e *durate del segnale utile* (T_U) e ottimizzate in termini di efficienza spettrale.

Altro argomento cardine della *Release 16* è stato lo studio delle **CAS** (*Cell Acquisition Subframe*), anch'esso ampiamente analizzato dai membri dell'EBU. Le *Release* precedenti dell'*LTE eMBMS* limitavano l'allocazione per i frame *MBSFN* al 60% delle risorse broadcast (fino a 6 dei 10 subframe per ciascun frame). In questa modalità, la segnalazione richiesta per la sincronizzazione, l'acquisizione e il *service discovery* è stata minimizzata e incapsulata nelle *CAS*. Essa viene trasmessa una volta ogni 40 subframe, introducendo un overhead del 2.5%. Le *CAS* comprendono i seguenti segnali e canali (Fig. 4):

- *PSS* (Primary Synchronization Signal),
- *SSS* (Secondary Synchronization Signal),
- *CRS* (Cell-Specific Reference Signal),
- *PBCH* (Physical Broadcast Channel),
- *PDCCH* (Physical Downlink Control Channel)
- *PDSCH* (Physical Downlink Shared Channel)

La corretta ricezione di questi permette l'accesso al *PMCH* (*Physical Multicast Channel*) che convoglia i subframe *MBSFN* contenenti i dati. Le *CAS* sono trasmesse utilizzando la numerologia *unicast 15 kHz* con la possibilità di usare sia *CP* pari a *4.7 μs* che

Fig. 4 – Struttura delle CAS (*Cell Acquisition Subframe*)



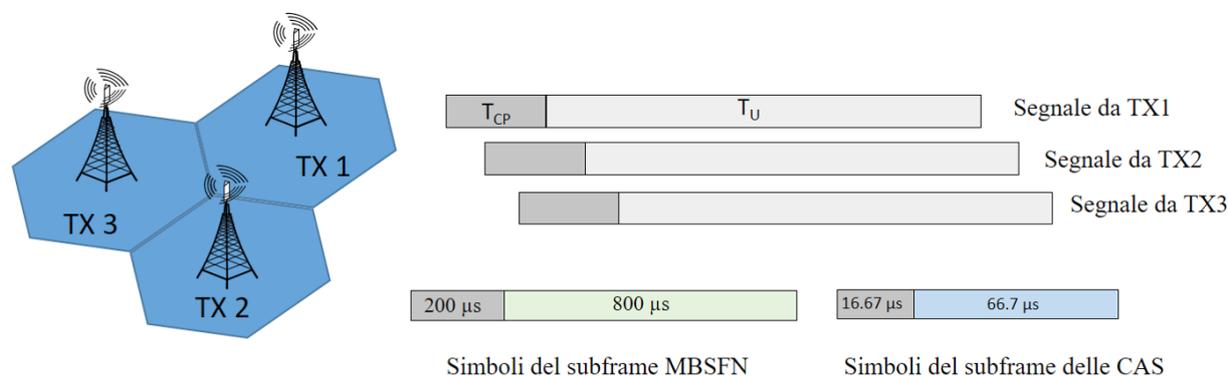


Fig. 5 – Rete a singola frequenza con 3 trasmettitori e ruolo del *prefisso ciclico*. I subframe *MBSFN* sono progettati per fornire una copertura ampia. I subframe delle *CAS* con numerologia *OFDM* possono soffrire di un certo grado di interferenza

CP di 16.67 μs . In pratica questo significa che le *CAS* possono tollerare solo piccoli ritardi del segnale mentre i subframe *MBSFN* possono tollerare anche ritardi più grandi (Fig. 5).

Poiché la corretta ricezione delle *CAS* è un fattore critico per la ricezione dei successivi subframe *MBSFN*, i vari canali all'interno delle *CAS* sono stati appositamente resi più robusti: essi possono generalmente essere demodulati anche con soglie di *SNR* basse o addirittura negative. I miglioramenti proposti considerano la ripetizione e la combinazione di istanze *PBCH* o l'aumento dei livelli di aggregazione per *PDCCH*. Tutte queste criticità sono state evidenziate ed opportunamente analizzate all'interno dei gruppi di lavoro dell'*EBU* per essere sottomesse e discusse ai meeting del *RAN1* al *3GPP*.

L'*EBU* ha partecipato a queste attività di standardizzazione collaborando affinché le funzioni multicast

e broadcast, da specificare in un secondo momento nell'interfaccia radio definita nella **New Radio (NR)** ^{Nota 1}, potessero essere perfettamente allineate al lavoro svolto in *EnTV* e permettessero di colmare le lacune esistenti e di introdurre nuove funzionalità.

Le nuove specifiche dovrebbero permettere la distribuzione dei servizi *audiovisivi (AV)* classici, come programmi audio e video lineari, download e streaming di contenuti *AV*, comunicazioni di gruppo basate su *AV*, ed in più dovrebbero abilitare nuovi tipi di servizi in vari settori di mercato distinti, i cosiddetti *verticals* [9]. In questo ambito, tra le altre cose, è stato posto l'accento sulla necessità di poter passare dinamicamente tra le modalità unicast, multicast e broadcast al fine di rispondere al meglio alle singole richieste mutevoli, ad esempio, a causa delle diverse distribuzioni degli utenti e delle richieste di servizi concorrenti.

Nota 1 - Il primo set completo di specifiche sul 5G è stato standardizzato a partire dalla *Release 15*. Tale *release* è stata strutturata in tre fasi: una prima versione è stata inizialmente approvata nel **dicembre 2017** e definisce una configurazione di rete che connette la nuova interfaccia radio (la cosiddetta *New Radio, NR*) all'*EPC (Evolved Packet Core)* dell'*LTE*. In questa configurazione di rete, l'*LTE* viene utilizzato per il piano di controllo (ad es. informazioni di segnalazione e procedure di mobilità come passaggi di mano) e la *NR* per il piano utente (dati) (ad es. trasmissione di dati). Nel **giugno 2018** è stata specificata la versione principale *5G NR Standalone (SA)*. Definisce una rete core 5G di nuova generazione e funzionalità di piano utente e controllo per *NR*, in modo che possa essere implementata senza alcuna dipendenza dalle reti *LTE* esistenti. L'ultima fase di *Release 15* è stata approvata a **metà 2019** per consentire al core 5G di interagire anche con una rete di accesso radio *LTE (RAN)*. Ciò consente la continuità del servizio tra *NR* e *LTE* e sfrutta anche la doppia connettività aggregando le portanti della *NR* a *LTE* e viceversa.

BIBLIOGRAFIA

- [1] R. Beutler, *Production, Contribution, and Distribution of TV and Radio Services Over 3GPP Systems*, in "SMPTE Motion Imaging Journal", vol. 128, Issue 8, Settembre 2019, pp. 99-103, DOI: [10.5594/JMI.2019.2918975](https://doi.org/10.5594/JMI.2019.2918975)
- [2] EBU BPN119, *5G Broadcasting Systems: Analysis of 3GPP Release 14*, Novembre 2019, <https://tech.ebu.ch/publications/5g-broadcasting-system-analysis-of-3gpp-release-14>
- [3] 3GPP TR 22.816 V14.1.0 (2016-03), *3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Services and System Aspects; 3GPP enhancement for TV service (Release 14)*, <https://portal.3gpp.org/desktopmodules/Specifications/SpecificationDetails.aspx?specificationId=2893>
- [4] G. Alberico, A. De Vita, V. Mignone, *Il ruolo dei broadcaster nell'era 5G: iniziative internazionali*, in "Elettronica e Telecomunicazioni", questo stesso numero, pp. 17-26
- [5] A. Bertella ed altri, *5G Broadcast: sperimentazione e dimostrazioni*, in "Elettronica e Telecomunicazioni", questo stesso numero, pp. 43-50
- [6] 3GPP TR 36.776 V2.0.0 (2019-03), *3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Study on LTE-based 5G terrestrial broadcast (Release 16)*, <https://portal.3gpp.org/desktopmodules/Specifications/SpecificationDetails.aspx?specificationId=3500>
- [7] 3GPP Work Item Description RP-190732, *LTE-based 5G terrestrial broadcast*, 18-21 Marzo 2019, https://www.3gpp.org/ftp/TSG_RAN/TSG_RAN/TSGR_83/Docs/RP-190732.zip
- [8] 3GPP TR 38.913 v14.3.0 (2017-06), *3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; Study on scenarios and requirements for next generation access technologies (Release 14)*, Sezione 9.1, <https://portal.3gpp.org/desktopmodules/Specifications/SpecificationDetails.aspx?specificationId=2996>
- [9] A. De Vita, V. Mignone, *La tecnologia 5G: evoluzione o rivoluzione?*, in "Elettronica e Telecomunicazioni", questo stesso numero, pp. 5-15