

Titolo

**Elusiva interferenza radio  
nella banda osservativa del  
Radiotelescopio “Croce del Nord”**

R. Ambrosini, C. Bortolotti, M. Roma,

Rapporto interno IRA 432/09



## **Indice:**

• Introduzione	4
• Cenni sul Radiotelescopio “Croce del Nord”	5
• Rilevazione e caratterizzazione dell’interferenza	7
• Rilievi tramite mezzo mobile	11
• Ipotesi sull’origine dell’emissione	14
• Attivazione degli Organi competenti	15
• Individuazione origine dell’emissione interferente	16
• Considerazioni finali	18
• Bibliografia	19
• Ringraziamenti	19

## Introduzione

Si è voluto dare descrizione scritta di questo intervento, per tenere memoria di un tipo di attività di cui altrimenti si perderebbe ogni traccia.

Spesso si sente dire che basta un coordinamento a priori dei vari servizi radioelettrici, per garantirne l'efficienza. L'esempio qui descritto dimostra invece come i casi di malfunzionamento, anche di apparecchiature di chiara fama, potenzialmente possono procurare danni ad altri servizi. Non deve poi trarre in inganno il fatto che sia stata la radioastronomia ad accorgersene per prima.

L'elusività di questa interferenza, comunque di forte intensità ed estesa su bande di frequenza utilizzate da molti altri servizi, anche di pubblica utilità, ne ha solo mascherato l'effetto per utenti che non hanno la lunga esperienza e tenacia degli addetti alla protezione delle bande di radioastronomia.

Questa azione ha quindi permesso di risolvere un problema di portata più generale: le interferenze radio infatti non sono assolutamente una problematica ristretta alla ricerca più avanzata, ma, prima o poi, coinvolgeranno ogni tipo di utilizzatore, privato cittadino compreso, se non si persegue una oculata politica di gestione dello spettro radio, sia a priori con chiare regole per i costruttori ed utilizzatori degli apparecchi radio, ma anche con opportune tecniche di monitoraggio.



Veduta di Bologna da San Michele in Bosco

## **Cenni sul radiotelescopio “Croce del Nord”**

La costruzione del radiotelescopio, avvenuta negli anni 60 nelle campagne vicino a Medicina BO, dotò la ricerca astro-fisica italiana di un potente strumento osservativo nella banda radio UHF, con caratteristiche uniche per l'intero emisfero nord, e proprio quest'anno ne viene celebrato il 45° anniversario di attività (2009).

Si tratta di uno strumento di transito, quindi con la sola possibilità di puntamento in elevazione sul meridiano (Nord-Sud), le cui antenne di forma cilindro-parabolica sono raggruppate in 2 rami denominati Est/Ovest e Nord/Sud, in relazione alla loro estensione geografica. Il ramo N/S è in grado di osservare nell'intero emisfero Nord, mentre quello E/W ha anche la possibilità di estendere il puntamento in parte dell'emisfero Sud (Dec.  $-30^\circ$ ).

Complessivamente la superficie colletttrice dei 2 rami è davvero imponente e si estende su circa 30000 mq. Il segnale radio raccolto dalle singole sezioni in cui è suddiviso il radiotelescopio, n.6 E/O e n.8 N/S, può essere opportunamente sommato (Total Power E/O e N/S) o correlato nelle varie combinazioni (48 interferometri seno + 48 coseno). L'analisi dei dati ottenuti con queste tecniche ha permesso la realizzazione di mappe, cataloghi e lo studio di diverse tipologie di sorgenti radio. Nel tempo sono poi stati implementati anche sofisticati dispositivi per l'analisi spettrale e Pulsar.

L'attività della “Croce del Nord”, in tutte le sue differenti configurazioni, è comunque ridotta o impedita dalla presenza di interferenze all'interno della banda radio di ricezione 406,1-410 MHz. Tale banda, attribuita alla radioastronomia con statuto primario dal Piano Nazionale di Ripartizione delle Frequenze (PNRF), è tutelata a livello nazionale dal Ministero per lo Sviluppo Economico – Dipartimento Comunicazioni e localmente dai suoi Ispettorati Territoriali.

Per verificare la presenza di interferenze, in questa ed altre bande dedicate per osservazioni del radiotelescopio VLBI, la stazione di Medicina è dotata di un centro attrezzato per monitorarne la presenza e misurarne intensità e direzione di provenienza. Inoltre, per accelerare la procedura di identificazione e localizzazione della sorgente interferente, è stato allestito anche uno speciale mezzo mobile col quale si effettuano ulteriori rilievi e triangolazioni.

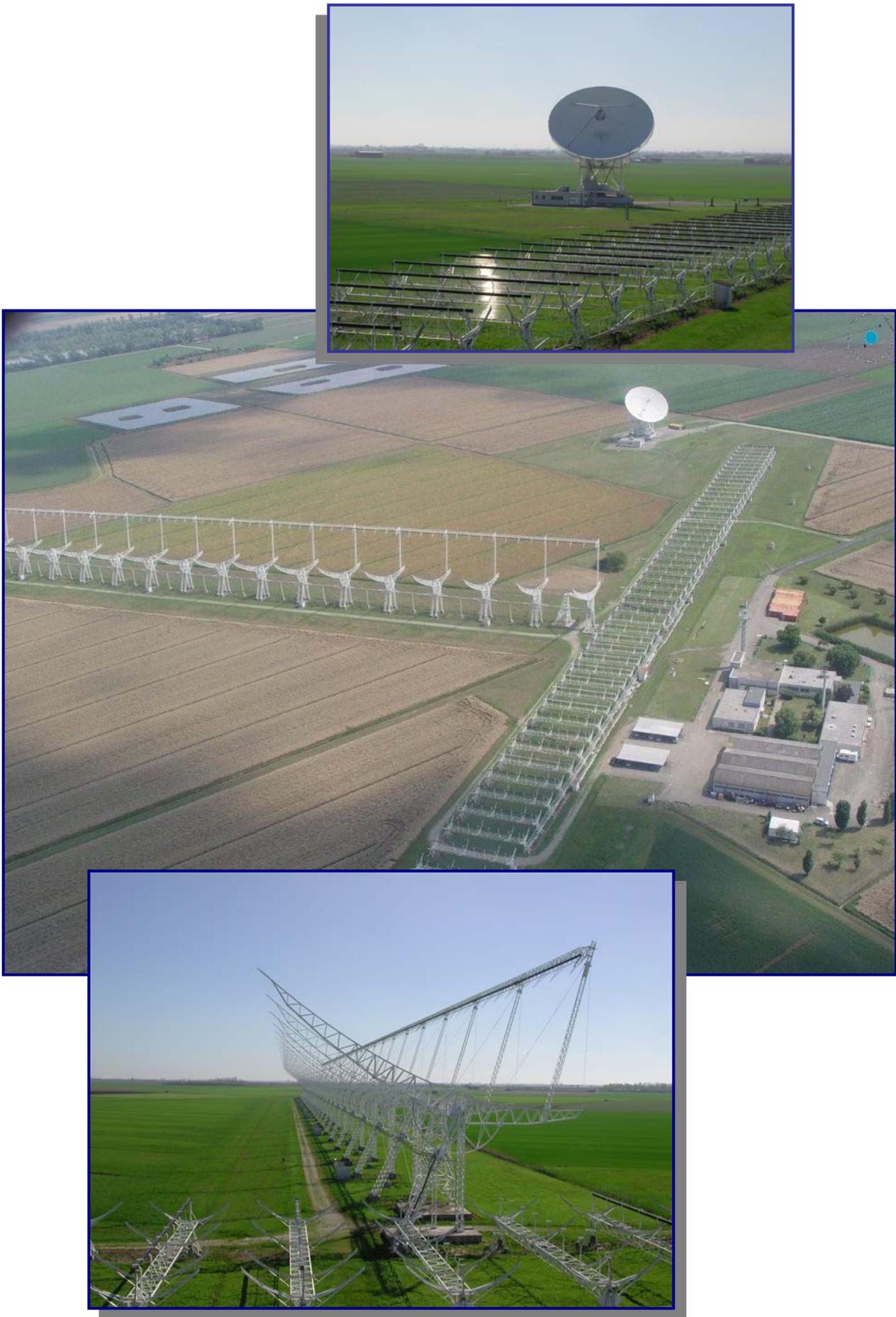


Figura 1 – alcune immagini dei radiotelescopi di Medicina

## Rilevazione e “caratterizzazione” dell’interferenza

Prima dell’estate, durante il consueto monitoraggio interferenze che viene effettuato giornalmente presso il centro di controllo Radio Frequency Interference (RFI) di Medicina, ci si è accorti che l’Analizzatore di Spettro (AS) sporadicamente rilevava alcuni picchi di segnale, localizzati nella parte superiore della banda radioastronomica 406,1-410 MHz (vedi fig.2) ed anche a frequenze più elevate.

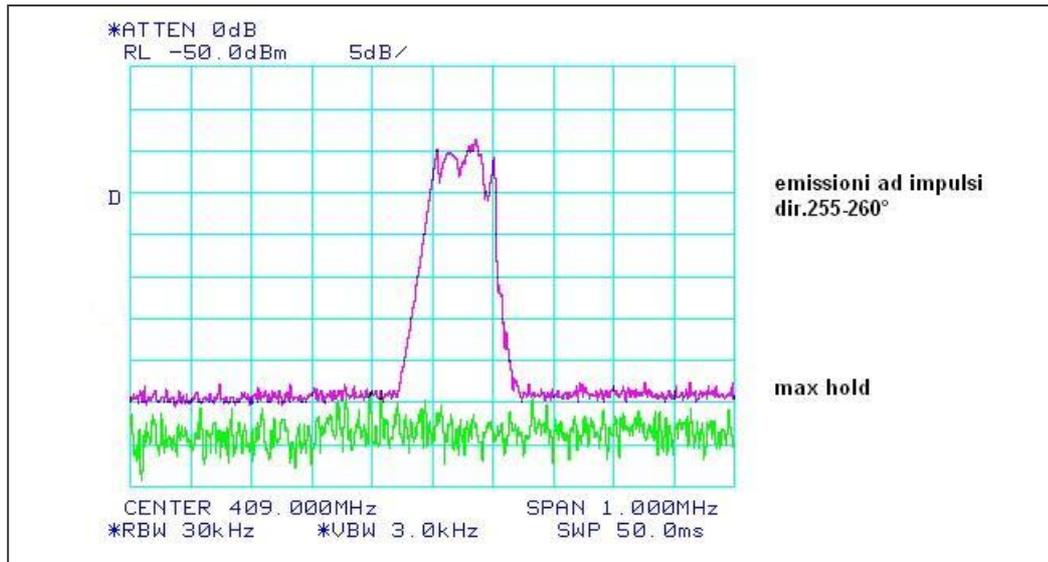


Figura 2 – spettro dell’emissione RFI in banda RA (max hold sulla traccia rossa)

Cercando di “ascoltare” il contenuto di questa emissione tramite un apposito Ricevitore sintonizzato sulla stessa frequenza, selezionando il modo AM, si poteva ascoltare una “raffica” di brevissimi impulsi con intervallo di ripetizione irregolare, la cui presenza però risultava ben superiore di quanto rilevato dall’AS.

Questo solitamente accade quando la durata di un segnale radio (con un’occupazione di banda ridotta) è molto breve e la traccia dell’AS, pur alla massima velocità di scansione (sweep), statisticamente ha poche possibilità di trovarsi alla frequenza giusta nel momento dell’impulso.

Per rilevare e misurare in modo più efficace questa RFI di tipo impulsivo, una volta determinatane la frequenza di emissione, si è deciso di utilizzare l’AS in funzione “Zero Span”, ossia con scansione di frequenza bloccata, andando così a realizzare una misura del segnale in funzione del tempo, tipo oscilloscopio.

In questa configurazione è particolarmente importante impostare una giusta larghezza di banda del filtro di scansione (RBW) e di quello di visualizzazione della traccia video (VBW). Per il segnale in questione la configurazione ottimale è la seguente:

- RBW = 100/300 KHz - leggermente maggiore della larghezza di banda del segnale RFI ed “insensibile” a modici drift in frequenza.
- VBW = 0,3/1 KHz - per ottimizzare il rapporto S/N; un valore inferiore avrebbe visualizzato in modo errato il livello del segnale, diminuendo la sua reale intensità.

In questo modo si è quindi verificato che ogni singolo impulso aveva una durata di circa 6mS (vedi fig.3), con un intervallo di ripetizione irregolare e variabile da alcuni impulsi all'ora fino a 2-3 al Secondo

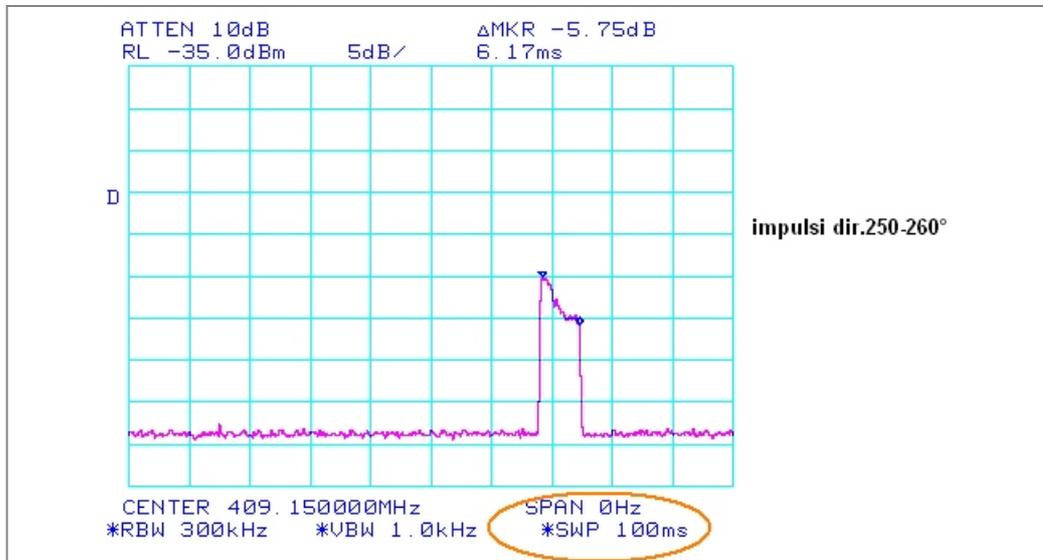


Figura 3 – durata dell'impulso RFI (zero span)

Mantenendo queste impostazioni dell'AS, ma con un tempo di scansione della traccia più lento, si è quindi cercato di identificare con quale direzione d'antenna si rilevasse il segnale massimo. Purtroppo si è subito constatato che, anche mantenendone fisso l'orientamento, l'intensità del segnale RFI presentava notevoli ed irregolari variazioni, complicandone notevolmente l'identificazione della corretta direzione di provenienza (vedi fig.4).

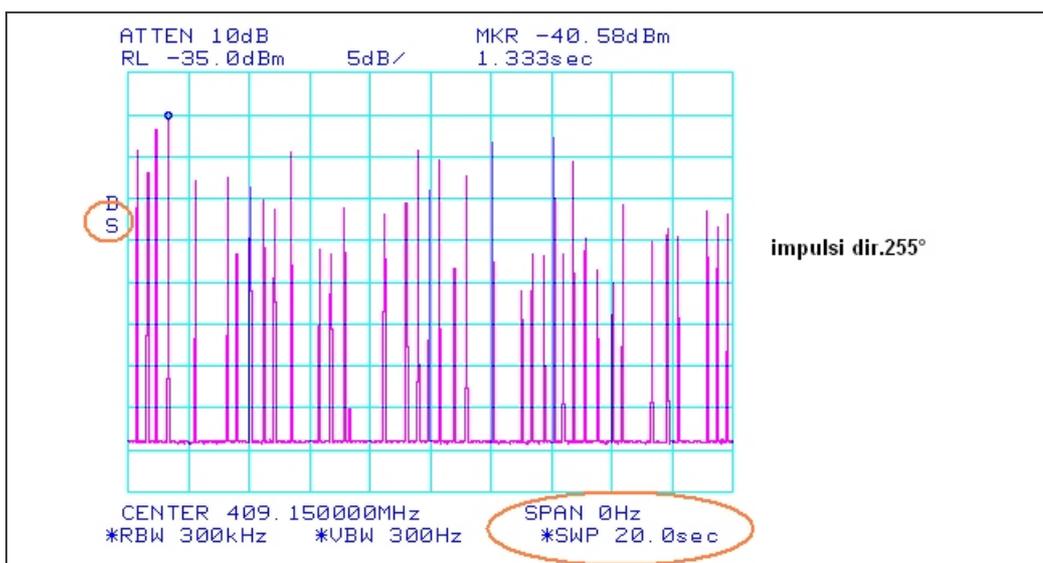


Figura 4 – esempio di variazioni d'intensità del segnale RFI ad antenna fissa (zero span)

Dopo numerosi rilievi con orientamento dell'antenna sull'intero orizzonte, complicati dal fatto che il segnale fosse presente in modo irregolare e spesso con variazioni di frequenza, si è misurato che tale direzione tipicamente era comunque compresa tra 250° e 270°. In seguito, ma in poche e singole occasioni, queste emissioni sono state rilevate

anche in direzione 040° e 190°, accrescendo il disorientamento sulla tipologia e localizzazione della sorgente RFI; e anche per questo si è deciso di concentrare le ricerche sulla direzione più ricorrente.

Una prima verifica sulla provenienza del segnale l'abbiamo ottenuta eseguendo rilievi simultanei con il centro di ricezione installato sui tetti della sede IRA di Bologna. C'è stata la conferma di una contemporanea ricezione da entrambe le postazioni, realizzata mediante un confronto telefonico del segnale audio degli impulsi, ed anche della sua aleatorietà. Il segnale RFI rilevato a Bologna mostrava mediamente una forte intensità, anche se non è stato praticamente possibile identificarne un'univoca direzione di provenienza a causa della forte instabilità anche qui riscontrata.

A seguito di numerosi rilievi è stato constatato che l'emissione RFI presentava una larghezza di banda variabile tra 50-200 KHz e la sua frequenza era compresa tra 408,5 e 415 MHz. Tale segnale, oltrepassando il limite superiore della banda RA, andava ad occupare temporaneamente anche questa porzione di spettro attribuita ad altri Servizi (Ministero Difesa, etc.).

Altri rilievi, eseguiti impostando la traccia dell'AS in funzione di memorizzazione "Max Hold" per una decina di minuti, hanno evidenziato che in alcuni casi l'emissione era presente su più frequenze: non era però chiaro se simultaneamente, perché trattavasi di più sorgenti, o se invece effettuasse dei rapidi salti di frequenza (vedi fig.5).

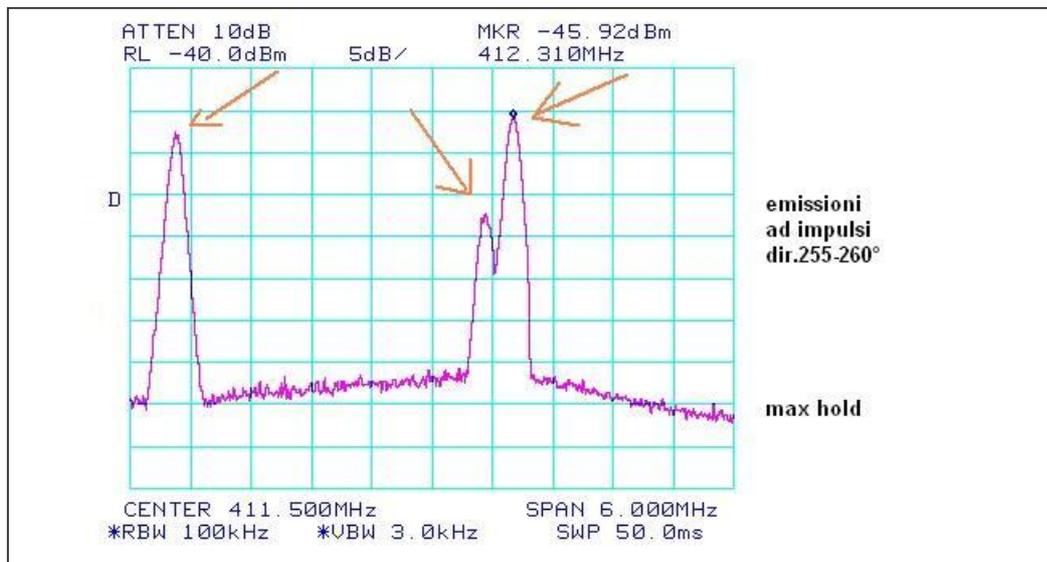


Figura 5 – es. di spettro max hold entro ed oltre la banda RA (rilevate n.3 emissioni impulsive)

La valutazione del "grado" d'interferenza di questa emissione è stata ricavata in base alle indicazioni della *Raccomandazione ITU-R RA.769-2*, che identifica a livello internazionale una soglia dell'intensità oltre la quale un segnale interferente danneggia l'osservazione radioastronomica. Seguono gli elementi utili per questa valutazione:

- Livello di picco rilevato tramite l'AS = -45 dBm ( -75 dBW )
- Guadagno / Area efficace delle antenne = +15 dB / 1,36 mq
- Somma dei guadagni e perdite del sistema ricevente (escluso antenne) = +38 dB
- Livello P.F.D. di picco del segnale rilevato = -114 dBW/mq
- Soglia P.F.D. per osservazioni nel continuo a 408 MHz = -189 dBW/mq [ ITU ]
- **Superamento soglia ITU-R RA.769-2 = 75 dB**

L'emissione è stata anche rivelata con il sistema di ricezione del radiotelescopio, mediante un analizzatore di spettro collegato all'uscita di media frequenza (30 MHz) di uno dei canali del ramo E/W della Croce del Nord. Qui di seguito si riporta, a titolo di esempio, una misura in "zero span" ottenuta collegando l'AS al segnale di MF del canale 4 Est, con puntamento in Declinazione pari a 56°.

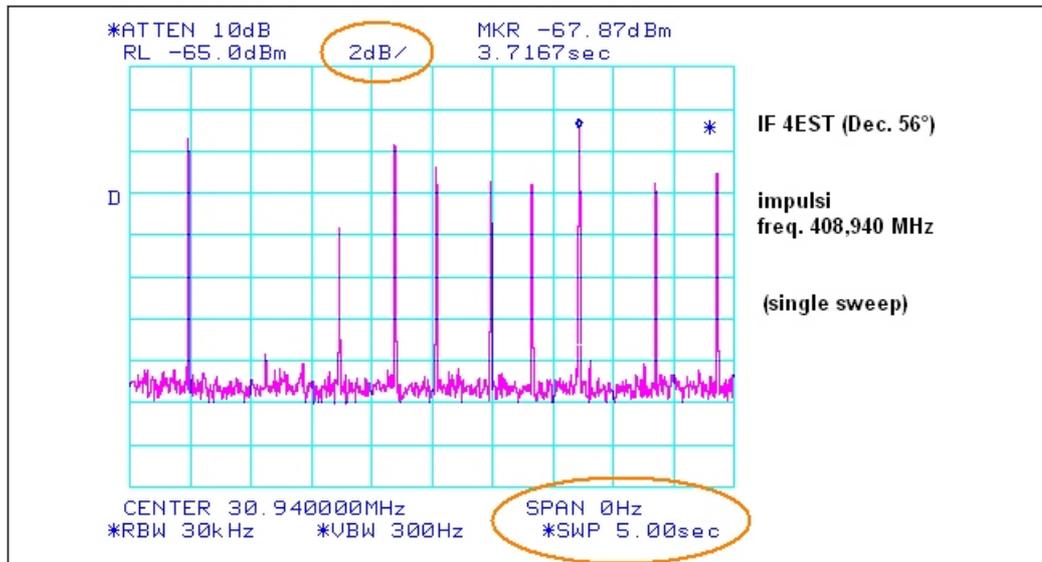


Figura 6 – impulsi RFI rilevati tramite AS nella MF del Radiotelescopio (zero span)

## Rilievi tramite mezzo mobile

Oltre ai rilievi da postazione fissa, si è cercato di individuare e localizzare la sorgente RFI tramite il furgone IRA attrezzato per ricerca interferenze, dotato di apposita attrezzatura e strumentazione oltre ad un palo telescopico estensibile per l'innalzamento e la rotazione dell'antenna. Sono state realizzate numerose campagne di misura a Bologna e nelle zone circostanti, sia in postazione fissa che con veicolo in movimento, cercando di effettuare triangolazioni con la direzione rilevata a Medicina o dall'Area di Ricerca di Bologna, oltre a triangolazioni tra successivi rilievi effettuati col furgone.



Figura 7 – il furgone IRA attrezzato per ricerca interferenze

Per questo sono state individuate alcune località che sovrastassero, anche poco, la città. Tra queste, quelle che hanno fornito maggiori riscontri in postazione fissa, sono state:

- Terrapieno di Via del Ferroviere (nei pressi dello scalo ferroviario San Donato)
- San Michele in Bosco (nei pressi dell'Ospedale Rizzoli)

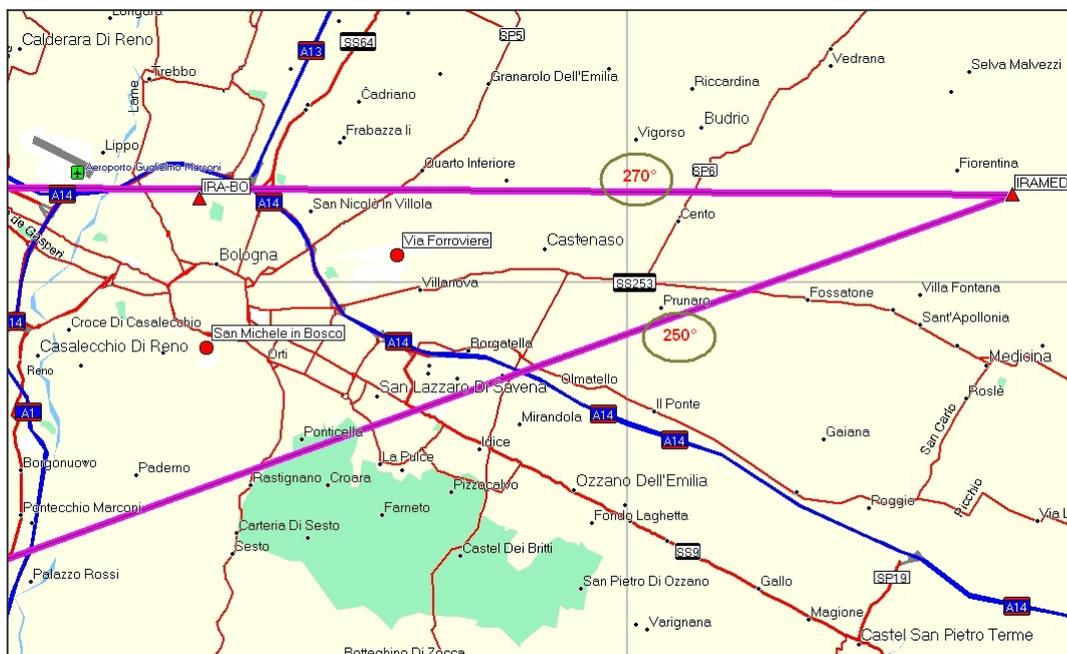


Figura 8 – settore di provenienza RFI rilevato da Medicina ed indicazione delle postazioni di Bologna

I rilievi effettuati sul furgone, dotato di AS e Ricevitore come il centro fisso, hanno confermato la difficoltà di visualizzazione del segnale impulsivo nello spettro di misura. Per ottimizzare questi rilievi è stato utile l'impiego di un secondo AS che, tramite un apposito divisore di segnale, è stato collegato in "parallelo" al primo, ma configurato per misure nel dominio del tempo con RBW larga (5MHz) e scansione lenta (sweep = 20 sec.). La traccia di questo strumento sintonizzato a 411 MHz, seppur con una sensibilità ridotta, visualizzava istantaneamente qualsiasi picco di segnale trasmesso all'interno della banda 408,5-413,5 MHz, mettendo in grado immediatamente l'operatore di ruotare l'antenna ed effettuare la ricerca della direzione di provenienza.

Quando la persistenza della trasmissione lo permetteva (quasi-costante almeno per una decina di secondi), i rilievi hanno individuato direzioni di provenienza spesso contrastanti o rapidamente variabili. In alcune occasioni sono stati rilevati anche più segnali impulsivi contemporanei ma su frequenze e direzioni differenti. Triangolando le varie direzioni rilevate, quando si verificava la convergenza delle stesse, era possibile localizzare sulla carta geografica dei punti quali probabili zone di provenienza della trasmissione.

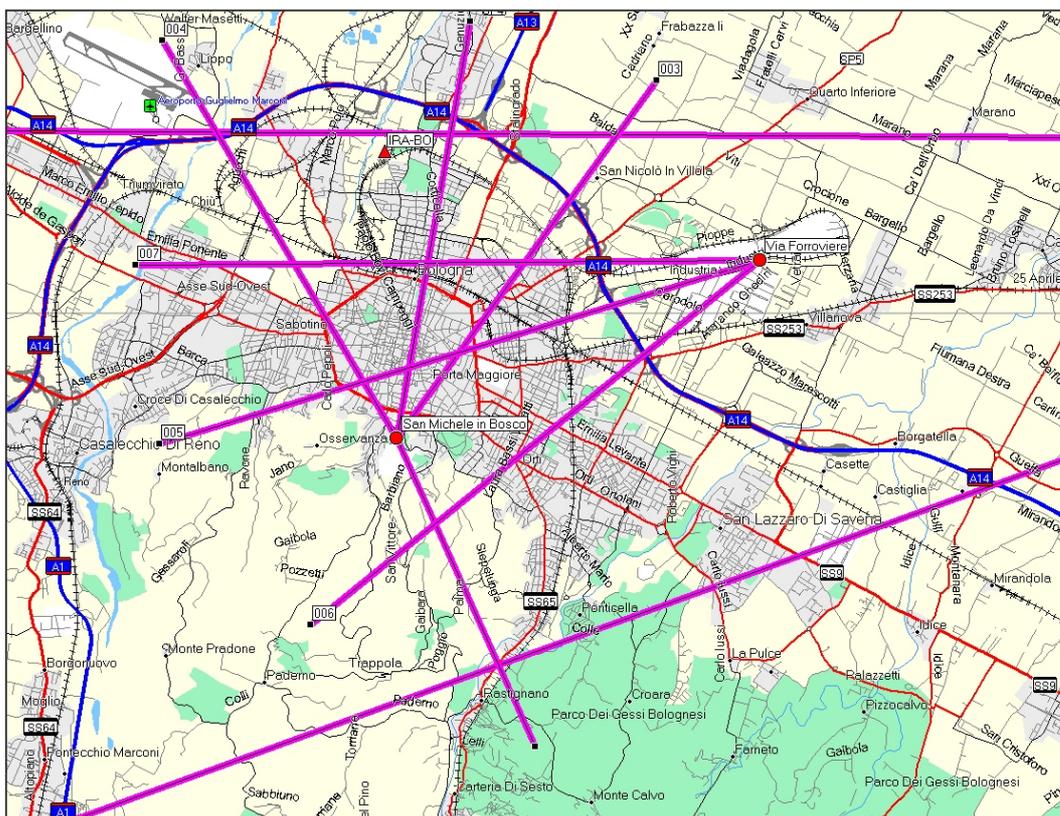


Figura 9 – tentativi di triangolazione tra alcune direzioni rilevate col furgone nei pressi di Bologna

Col furgone allora si cercava di raggiungere il più rapidamente possibile la posizione individuata, ma solitamente con esito negativo.

Durante questi spostamenti, effettuati con il sistema di misura attivo, è però capitato di rilevare anche improvvisi, quanto brevi e fortissimi aumenti di segnale, come se si fosse transitati nelle immediate vicinanze del trasmettitore RFI. Purtroppo però, essendo in movimento e con l'antenna abbassata, non era possibile determinarne la direzione e soprattutto capire se si trattava di un apparato in postazione fissa o su mezzo mobile. Durante le numerose uscite, in più di un'occasione abbiamo riscontrato che questo forte

innalzamento di livello del segnale RFI si è verificato mentre transitavamo col furgone nella parte nord dei viali di Bologna, una delle zone più trafficate della città.

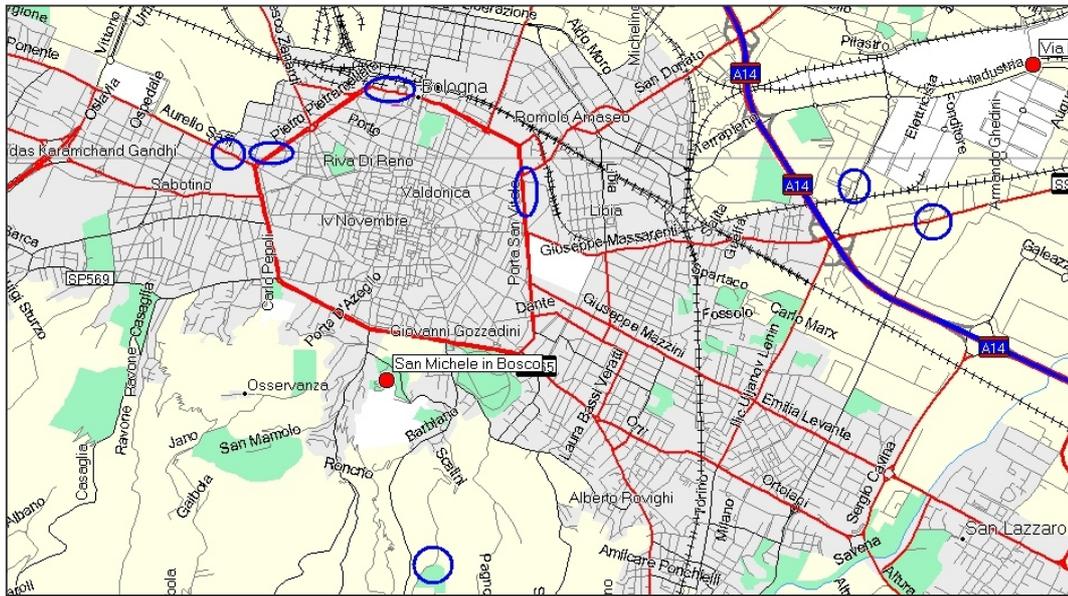


Figura 10 – localizzazione temporanea di forte emissioni RFI (cerchiate in colore blu)

## **Ipotesi sull'origine dell'emissione**

La frequenza, la direzione, l'occupazione di banda e l'intensità del segnale RFI rilevato, erano caratterizzate da variazioni più o meno rapide che hanno fatto pensare potesse trattarsi di un'emissione spuria o armonica di un dispositivo installato su mezzo mobile, o in più postazioni fisse in contatto tra loro o con apparati mobili.

Inoltre, il fatto che in alcune occasioni l'emissione fosse stata rilevata in diverse località del centro di Bologna, seppur in modo approssimativo, ha fatto ipotizzare che la stessa potesse essere collegata ad un'attività svolta principalmente in città.

Abbiamo così stilato una lista di possibili utilizzatori di dispositivi trasmettenti, che potessero avere queste caratteristiche:

<i>Ipotesi MOBILE</i>	<i>ipotesi FISSO</i>
<i>Ambulanze</i>	<i>SRB telefonia mobile</i>
<i>Forze dell'Ordine</i>	<i>Packet Radio CB-Radioamatori</i>
<i>Vigili fuoco</i>	<i>Colonnine taxi</i>
<i>Protezione Civile</i>	<i>Stazioni rifornimento carburante</i>
<i>Autobus</i>	<i>Teleallarmi</i>
<i>Servizi ambientali-idrici-energetici</i>	<i>Dispositivi wireless</i>
<i>Taxi</i>	
<i>Servizi di Vigilanza</i>	
<i>Portavalori</i>	
<i>Vetture Car sharing</i>	
<i>Corrieri-spedizionieri</i>	

A Medicina, tramite un sistema automatico per l'acquisizione temporizzata della traccia dell'AS, sono stati effettuati anche alcuni monitoraggi RFI notturni, che hanno evidenziato una consistente diminuzione del segnale RFI in quelle ore.

Inoltre, la breve durata del segnale, in pratica un impulso di pochi mS, ha portato ad ipotizzare che potesse essere associato ad una trasmissione di tipo digitale, a "pacchetti".

Con l'intento di verificare queste ipotesi sono stati eseguiti diversi rilievi, confrontando il segnale audio del Ricevitore sintonizzato sull'RFI con i segnali visualizzati dall'AS sintonizzato al di fuori della banda radioastronomica (anche a frequenze notevolmente inferiori), cercando di identificare un eventuale segnale contemporaneo all'emissione interferente, ma anche in questo caso senza successo.

## **Attivazione degli Organi competenti**

Visto il protrarsi di questa problematica RFI, sovrappostasi con un'altra che ha impegnato tempo e strumentazione in banda 22-22,5 GHz, e dopo diverse quanto infruttuose ricerche, è stata inviata a firma del Direttore IRA una segnalazione ufficiale di interferenza all'Ispettorato Territoriale Emilia-Romagna del Ministero dello Sviluppo Economico – Dipartimento Comunicazioni.

I Funzionari dell'Ispettorato si sono subito attivati acquisendo informazioni in relazione alla tipologia del segnale RFI ed effettuando dei primi rilievi direttamente dalla loro sede, in pieno centro storico di Bologna. Il segnale, pur se ricevuto tramite un sistema non amplificato, è stato rilevato confermando anche qui le stesse problematiche di aleatorietà e forti variazioni di livello e direzione di provenienza.

In seguito, utilizzando i loro mezzi mobili hanno effettuato ulteriori rilievi in città, in diverse zone del centro storico di Bologna essendo autorizzati alla circolazione.

In un paio di occasioni anch'essi hanno riscontrato fortissimi ed improvvisi aumenti del segnale impulsivo, ma sempre per un tempo limitato:

- nei pressi dell'Autostazione (sui viali)
- P.zza dei Martiri

Vista la problematica identificazione di questo segnale RFI, è stata attivata una fitta collaborazione tra i competenti reparti tecnici IRA ed Ispettorato.

In diverse occasioni sono stati eseguiti rilievi simultanei nelle varie configurazioni logistiche (mobile-fisso o mobile –mobile) con incrocio dei dati acquisiti, ma purtroppo non si è arrivati alla determinazione della provenienza RFI o, qualora si trattasse di un'emissione spuria/armonica, almeno all'identificazione dell'effettiva frequenza di trasmissione.

L'Ispettorato ha effettuato anche rilievi tramite l'impiego di un radiogonometro in loro dotazione, ma i pochi mS di durata della trasmissione non erano sufficienti allo strumento per individuarne con precisione la direzione di provenienza.

In base alla tipologia del segnale impulsivo rilevato, i Funzionari dell'Ispettorato hanno anche raccolto informazioni sia in ambito civile che militare per verificare l'impiego di apparati trasmettenti con caratteristiche simili, ma con esito negativo.

## **Individuazione origine dell'emissione interferente**

Dopo numerose campagne di misura, e tante congetture, è arrivato un input inaspettato che di fatto ha finalmente orientato nella giusta "direzione" la ricerca della sorgente RFI.

Questo è avvenuto in una giornata di fine di ottobre, durante la quale abbiamo notato un fortissimo calo nella presenza di questi segnali impulsivi, ciò in concomitanza con una giornata di sciopero indetta da un Sindacato del settore Trasporto Pubblico.

Sperando non si trattasse solo di una coincidenza, avremmo orientato i rilievi in special modo verso i dispositivi di comunicazione di autobus e filobus, che tra l'altro erano sicuramente concentrati in ambito cittadino e soprattutto lungo i viali di Bologna.

Inoltre, il loro consistente numero ed il fatto che si spostassero in continuazione, avrebbe spiegato anche le grosse difficoltà di triangolazione e localizzazione.

I rilievi esterni quindi sono stati concentrati a Bologna nelle zone con più alta densità di autobus, sia con rilievi fissi che in movimento.

Proprio in occasione di alcuni rilievi in movimento lungo i viali, all'altezza di Porta Saragozza, ci siamo accorti che il livello del segnale impulsivo era rapidamente aumentato, tanto da dover disinserire l'amplificazione ed attenuare l'AS, rimanendo costante anche col furgone in movimento. L'AS riportava livelli di picco compresi tra 0 e +10 dBm. Si trattava sicuramente del segnale trasmesso a bordo di un veicolo situato nelle immediate vicinanze, che stava percorrendo i viali nel nostro stesso senso di marcia ed alla stessa velocità: tra i tanti c'era un autobus proprio davanti a noi !

Vista la persistenza della trasmissione, nell'euforia e concitazione del momento ed in mezzo al traffico, abbiamo comunque avuto modo di effettuare alcuni sorpassi per poi riaccodarci al mezzo, verificando prima una diminuzione di livello e poi un nuovo aumento, in relazione all'orientamento dell'antenna del furgone che in fase di marcia è fisso in avanti. Un'ulteriore verifica è stata eseguita anticipando lo stesso autobus nei pressi di una fermata, dove a furgone fermo e con antenna sollevata abbiamo potuto constatare che il massimo del segnale si otteneva quando si puntava il mezzo in fase di avvicinamento, poi fermo e successivamente quando ci ha sorpassato allontanandosi. Rimaneva da capire se si trattasse di un dispositivo trasmettente fisso a bordo del veicolo o di uno portatile, anche se la relativa stabilità del segnale appena rilevato ci orientava più sulla prima ipotesi.

Il Funzionario tecnico dell'Ispettorato, avvisato dell'avvenuta localizzazione, ci ha immediatamente raggiunto per verificare in prima persona i rilievi eseguiti ed effettuare altre verifiche, annotandoli sui moduli ufficiali assieme ad indicazioni di natura amministrativa. Essendo confermato che l'emissione proveniva dall'autobus, è stato contattato un responsabile tecnico dell'azienda trasporti che immediatamente ha fornito chiarimenti sul funzionamento degli apparati di bordo e si è reso disponibile per effettuare alcune prove di comunicazione radio con l'autobus identificato, senza toglierlo dal servizio. Gli apparati in dotazione sono risultati tutti regolarmente funzionanti, tranne il nuovo dispositivo ricetrasmittente in tecnologia digitale TETRA che non era contattabile.

Il funzionario ha quindi preso un appuntamento con l'azienda trasporti nella prima giornata utile, per effettuare un'approfondita verifica tecnico-amministrativa dei

dispositivi radio di bordo, in particolare quello TETRA, dell'autobus individuato, ovviamente fuori servizio.

Come spesso accade, la mattina dell'appuntamento tali dispositivi funzionavano tutti perfettamente e durante le varie prove, effettuate sia in movimento sul percorso che fermi in deposito, non hanno evidenziato alcuna anomalia.

Assieme al Funzionario dell'Ispettorato, anche se scoraggiati, nel primo pomeriggio abbiamo tentato di individuare un altro autobus con la stessa anomalia, appostandoci nei pressi della Stazione dei treni, sempre sui viali di Bologna. Dopo circa un'ora la pazienza è stata premiata e, tra i numerosi autobus in circolazione, ne abbiamo individuato un altro con emissioni radio anomale.

Mentre lo seguivamo, è stata contattata nuovamente l'azienda trasporti che, con grande disponibilità, in circa mezz'ora ha sostituito il veicolo ritirandolo dal servizio e riportandolo in deposito senza modificarne le condizioni operative.

Anche su questo secondo autobus è stata verificata un'anomalia nel funzionamento della apparato veicolare TETRA, che in modo irregolare emetteva brevissimi ma frequenti segnali radio al di sotto della normale frequenza operativa (superiore a 440 MHz), e tipicamente a frequenza fissa.

Non è chiaro se il problema sia da attribuire al VCO o ad altro, ma sarà compito dell'assistenza tecnica dell'azienda costruttrice capire e risolvere la problematica evidenziata sugli apparati degli autobus identificati, a cui se ne sono poi aggiunti altri individuati direttamente dall'azienda trasporti, i quali presentavano analoghi problemi di comunicazione.

Il Funzionario dell'Ispettorato, dopo aver attivato l'apposita procedura d'interferenza, ha in seguito proceduto con ulteriori verifiche tecnico-amministrative e sta operando per una rapida soluzione della problematica.

## Considerazioni finali

Il gruppo tecnico dell'IRA che si occupa della Protezione delle Frequenze assegnate al servizio di Radioastronomia, dopo mesi di "caccia senza quartiere", è riuscito ad identificare una sorgente di interferenza per la stazione radioastronomica di Medicina davvero elusiva: segnali di brevissima durata, con modulazione digitale, impossibili quindi da localizzare anche con sofisticati sistemi di "detection finders" professionali. Se da un lato l'intensità delle interferenze, talvolta davvero elevata, provava la loro indiscutibile dannosità per la ricerca osservativa di radio astronomia, dall'altro il fondato sospetto dell'esistenza di molteplici punti di origine e/o variabili nel tempo, rappresentava una difficoltà obiettiva per la loro identificazione che avrebbe potuto scoraggiare chiunque.

La sagacia dei tecnici IRA ha invece portato ad identificare come responsabile di tale interferenza **lo sporadico mal-funzionamento** dell'unità radio frequenza di un sistema di trasmissione dati, installato a bordo di circa 500 autobus della locale azienda di trasporti. Ciò spiega le caratteristiche così variabili, aleatorie e multi sorgente dell'interferenza osservata. La conseguente segnalazione a firma del direttore dell'IRA all'autorità competente ha trovato poi riscontro nelle misure congiunte dell'Ispettorato Territoriale dell'Emilia Romagna, che ha aperto l'opportuna istanza ufficiale tecnico amministrativa per la sua soluzione.

La rilevanza di tale risultato come "outreach" per l'Istituto nasce dal fatto di aver potuto fornire ad un ente esterno, una prova sperimentale che il loro sistema alternativo di trasmissione dati e comunicazione con i singoli autobus (dichiarato essere *ancora in prova*) ha problemi di affidabilità, fino a causare potenziali interferenze anche ad altri servizi (tra cui quelli di assistenza pubblica, polizia, etc., date le particolari frequenze spurie emesse).

Il problema della ricerca sperimentale delle interferenze alla radio astronomia, non è infatti che la punta di un iceberg di una problematica ben più vasta, i cui effetti ricadono anche sulla comunità locale, di cui questo esempio è solo l'ultimo caso scoperto.

Più in generale la difesa di un utilizzo responsabile dello spettro elettromagnetico, che va ricordato essere una risorsa naturale e limitata, *il cui accesso deve essere garantito a tutti i cittadini*, va a vantaggio di tutta la Nazione. L'attività di monitoraggio delle interferenze presso ciascuna delle tre stazioni radioastronomiche INAF (Medicina, Noto e SRT) è svolta in stretto contatto fra ricercatori e tecnici per coprire sia gli aspetti sperimentali locali che quelli regolatori nazionali ed internazionali, indispensabili per raggiungere una compatibilità fra servizi diversi, che coinvolge risorse economiche notoriamente di grande rilevanza. A questo proposito IRA ringrazia il Ministero dello Sviluppo Economico – Dipartimento Comunicazioni che con i suoi Ispettorati Territoriali ed in particolare quello dell'Emilia Romagna, ci ha sempre supportato in questa azione di "pulizia" dello spettro radio.

## **Bibliografia**

- C. Bortolotti & M. Roma  
***NUOVO VEICOLO SPECIALE PER LA RICERCA DELLE INTERFERENZE  
NELLE BANDE RADIOASTRONOMICHE***  
IRA 272/98

## **Ringraziamenti**

Si ringrazia **Sergio Mariotti** per aver più volte eseguito i rilievi RFI dalla sede IRA - Area di Ricerca di Bologna.

Si ringrazia **Stelio Montebugnoli** per aver svolto il ruolo di referee interno.

Si coglie inoltre l'occasione per ringraziare **Claudio Tattini**, oltre ai suoi Collaboratori dell'Ispettorato Territoriale Emilia-Romagna, per il costante impegno e professionalità evidenziati in ambito tecnico-amministrativo.