

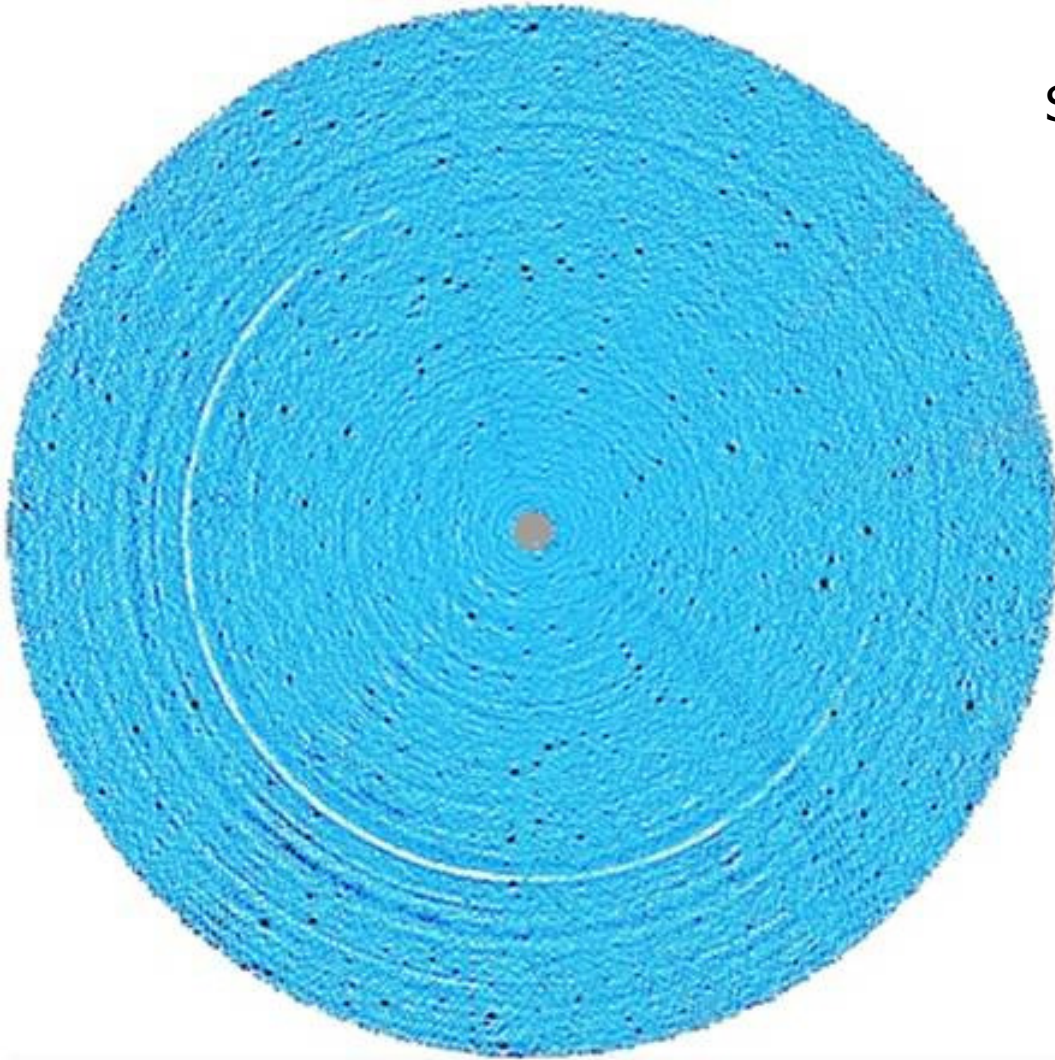
PROVE TECNICHE DI MITIGAZIONE RFI

Alessandra Zanichelli

per il team:

R. Ambrosini, W. Baan, M. Bartolini, C. Bortolotti, C. Buemi, G. Busonera, M. Buttu, F. Cantini, P. Cassaro, M. De Biaggi, F. Gaudiomonte, A. Jessner, A. Kraus, P. Leto, **K.-H. Mack**, C. Migoni, L. Moscadelli, P. Müller, G. Nicotra, A. Orlati, R. Platania, S. Poppi, R. Prestage, S. Righini, M. Roma, G. Serra, C. Trigilio, B. Winkel,

Osservazioni Astronomiche e RFI



Sensibilità di una osservazione:

$$\sigma = \frac{T_{sys}}{G} \sqrt{\frac{1}{t \Delta\nu}}$$

↑ ↑

In questo esempio, per produrre una mappa del cielo accettabile dal punto di vista astronomico sono state scartate il **70%** delle osservazioni perché affette da eccessiva RFI.

Ma quanto costa una osservazione radio astronomica?

Costo medio dei radiotelescopi italiani (stime 2011, progetto RadioNet3):

331 Euro/ora per stazione radioastronomica

(N.B.: i radiotelescopi italiani sono i meno costosi del network RadioNet3!)

Rigettare dati osservativi perché irrimediabilmente contaminati da RFI ha un costo molto rilevante!

**Un costo per INAF, e un costo per i contribuenti.
Possiamo evitarlo/minimizzarlo?**

Tecniche di mitigazione

Mitigazione alla fonte:

✓ **Priorità 1:**

- preservare le bande riservate alla radioastronomia.
- al di fuori delle bande protette, rispetto delle norme su emissioni irregolari in prossimità dei siti radioastronomici, in particolare da apparecchiature wireless.

Oltre a questo, cosa possiamo fare?

- ✓ **Sviluppo di tecniche** di mitigazione online (durante le osservazioni ai radio telescopi) e offline (durante il post-processing dei dati). Implica comunque perdita di sensibilità.
- ✓ **Sensibilizzazione** di cittadini/organizzazioni all'uso consapevole di apparecchiature che trasmettono in radiofrequenza.

Un Progetto di Ricerca di Interesse Nazionale per la mitigazione RFI

“RFI mitigation at the Italian radio telescopes” ha ottenuto da INAF un finanziamento di 170.000 Euro in due anni.

Leader: Dr. Karl-Heinz Mack (**IRA - INAF**)

Partecipanti INAF: IRA (11 +2), OA Cagliari (5), OA Catania (3)

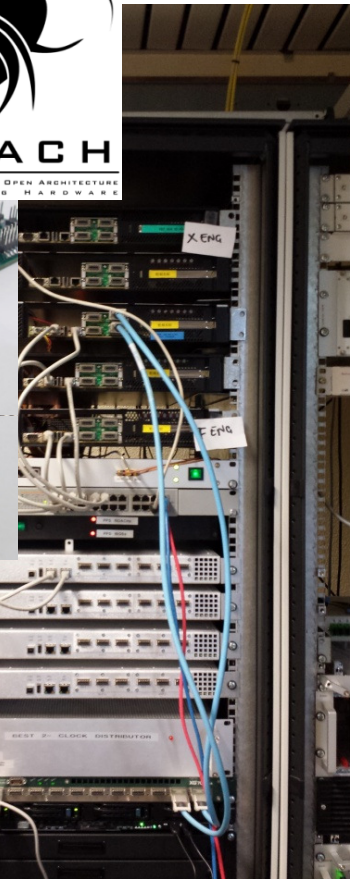
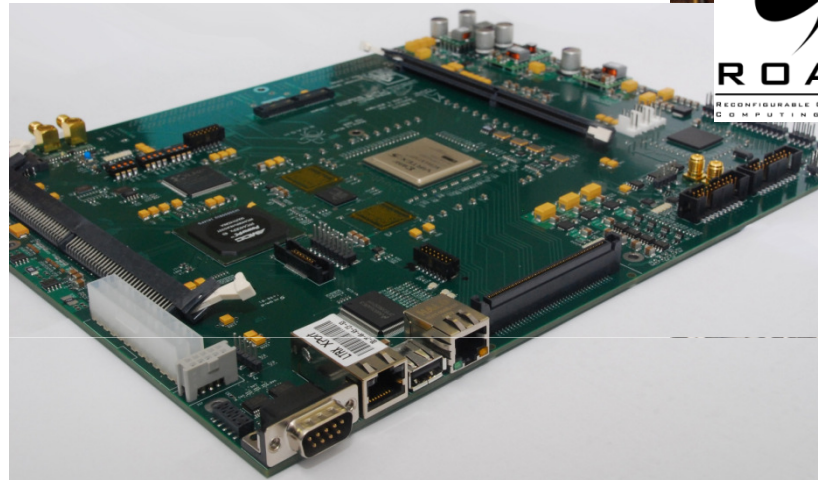
Collaborazioni nazionali e internazionali (7): CRS4 (Italia), ASTRON (Olanda), MPIfR (Germania), NRAO (Stati Uniti)

Principali milestones:

- ✓ Mitigazione RFI online
- ✓ Mitigazione RFI offline
- ✓ Caratterizzazione e monitoraggio RFI ai siti dei radiotelescopi italiani

Mitigazione online: hardware/firmware

Tecnologia ROACH basata su FPGA Xilinx.
Consorzio CASPER, diffuso
in tutto il mondo: USA,
Sudafrica, Australia,
Europa, Cina
<http://casper.berkeley.edu>



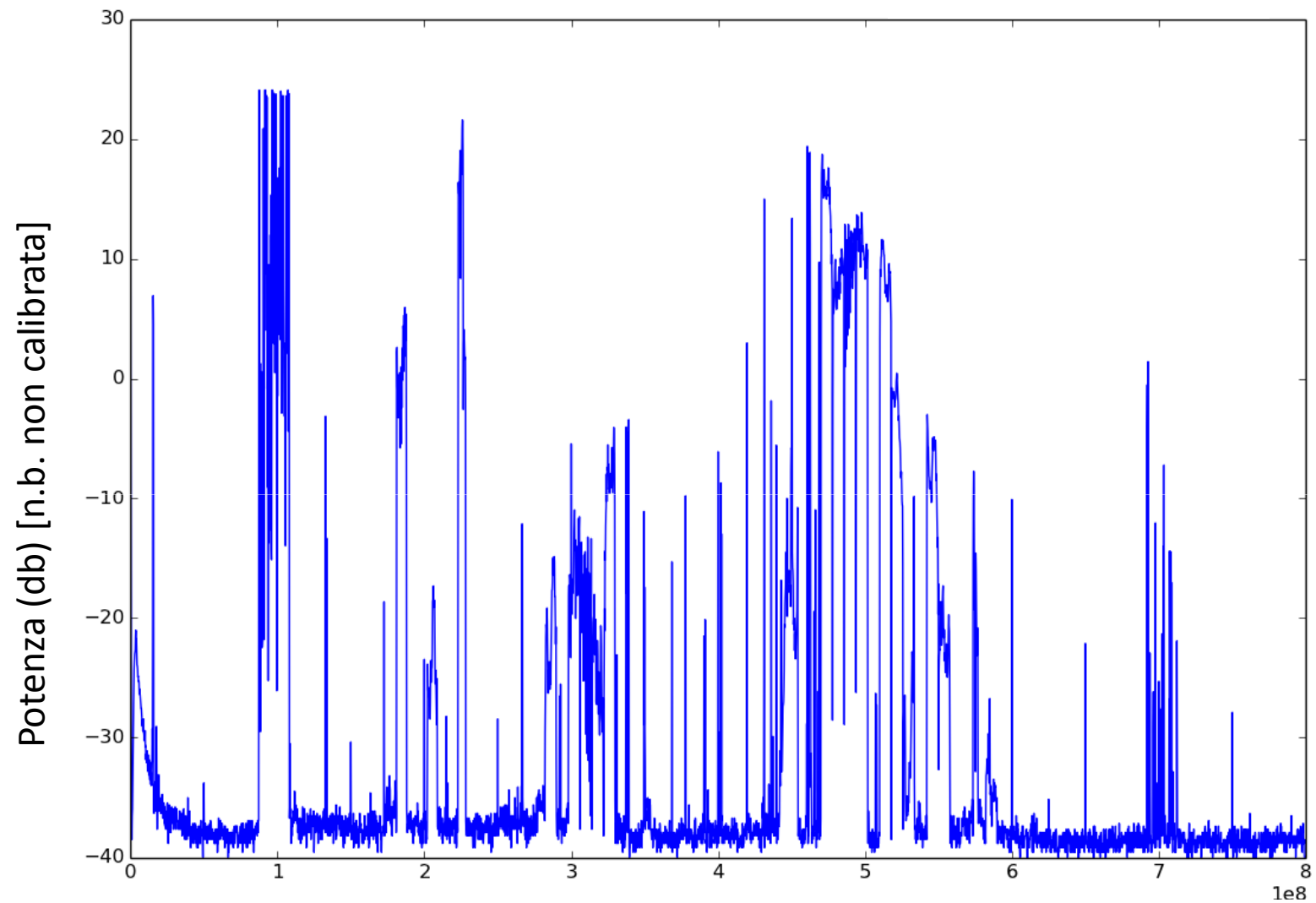
Spettrometro digitale:

- Banda passante: 800MHz
- Polyphase filterbank + FFT, 4096 canali di frequenza
- Risoluzione in frequenza ~ 200 KHz/canale
- Tempo di integrazione: 5 millisecc
- Utilizzabile a Medicina, Noto ed SRT

CASPER

CENTER FOR ASTRONOMY SIGNAL PROCESSING AND ELECTRONICS RESEARCH

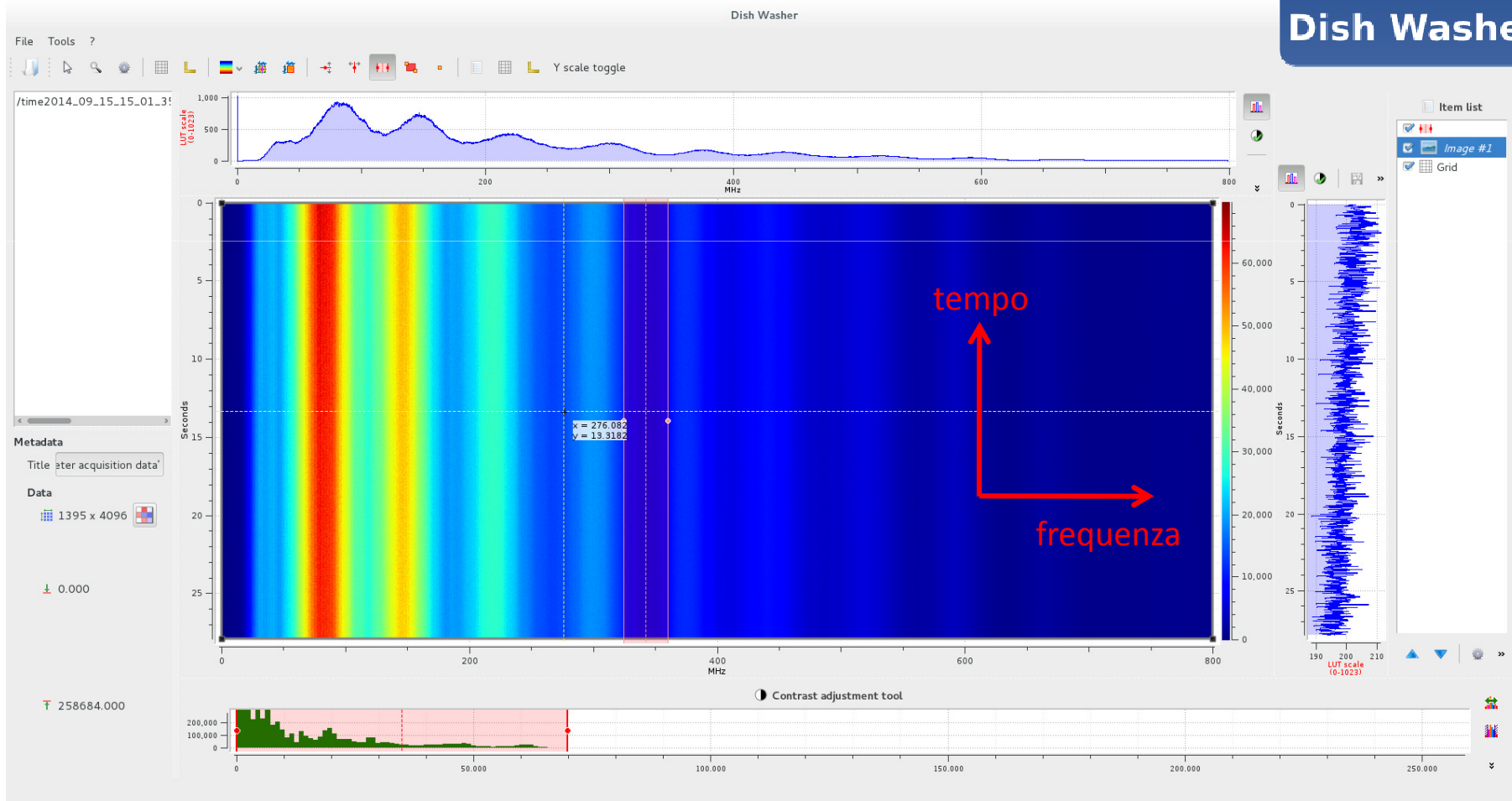




Banda: 0 MHz – 800 MHz, con filtro oltre i 500 MHz
4096 canali, 200 kHz per canale

Mitigazione offline: software Dish Washer

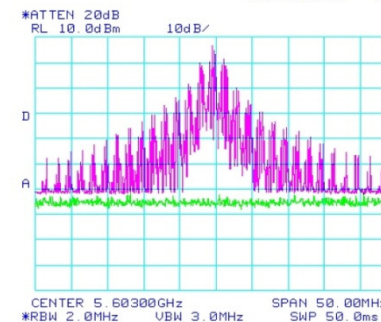
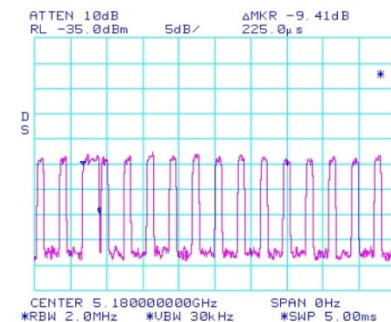
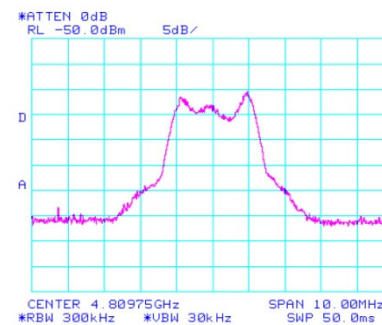
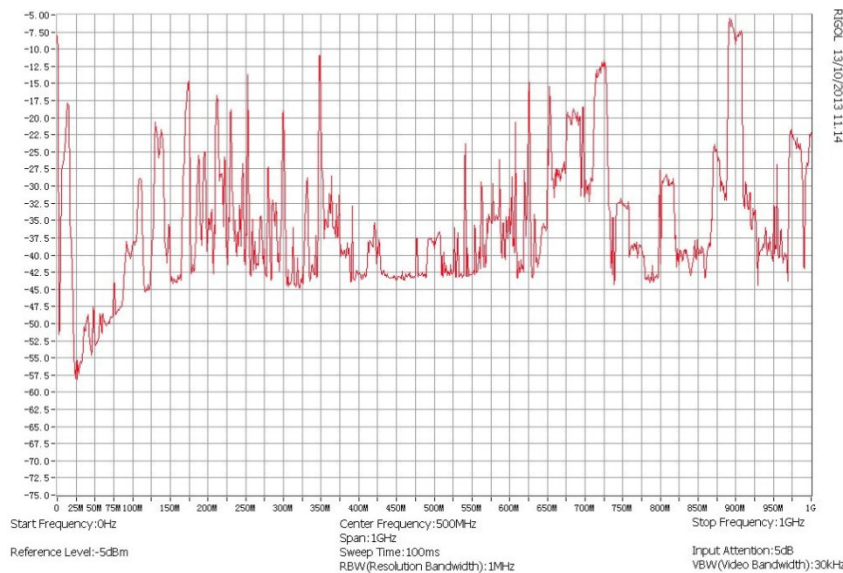
- Elaborazione della matrice tempo-frequenza
- Algoritmi di detezione/rimozione di RFI



Monitoraggio RFI ai siti osservativi

Monitoraggio con Unità mobile e Stazione fissa:

- ✓ caratterizzazione sistematica delle bande osservative;
- ✓ possibile identificazione e localizzazione delle sorgenti di RFI;
- ✓ ausilio alle attività degli Ispettorati.



Monitoraggio utilizzando i radio telescopi:

- ✓ tempo osservativo già limitato, no ricerca RFI (tranne casi eccezionali);
- ✓ Tecniche *piggy-back* per detezione dell'RFI simultanea all'osservazione e monitoraggio/qualificazione ambiente RFI presso un sito.

Conclusioni

Mitigazione di RFI implica investimenti ma anche un consistente risparmio economico. Indispensabile per il successo delle osservazioni radio astronomiche. Complementare a Spectrum Management e attività istituzionale MISE.

Fondamentale preservare le bande protette, verificare in genere il rispetto delle regole per la trasmissione di segnali radio.

INAF finanzia lo sviluppo di tecniche per la mitigazione dell'RFI con un investimento pluriennale e il coinvolgimento di staff in Italia e all'estero.

Last but not least: public outreach. IRA è impegnata sul fronte della divulgazione scientifica anche nella sensibilizzazione del pubblico verso l'uso consapevole della banda elettromagnetica.