

La sesta campagna di monitoraggio RFI presso il sito SRT¹

R. Ambrosini^{*}, P. Bolli[%], C. Bortolotti^{*}, F. Messina[%], M. Roma^{*}

^{*} Istituto di Radioastronomia - INAF

[%] Osservatorio Astronomico di Cagliari - INAF

Rapporto tecnico IRA 403/2007

¹ Si precisa che il presente Rapporto Interno ha avuto come unico scopo quello di rappresentare un'indagine conoscitiva, svolta solo per finalità istituzionali dell'INAF. Ogni altro utilizzo dei dati raccolti e/o delle analisi conseguenti è del tutto arbitrario e contrario alla volontà degli autori. Occupazioni di banda, presenza di segnali a varie frequenze, anche al di fuori delle finestre spettrali assegnate al servizio di radio astronomia, sono state osservate per l'esclusivo scopo di ottimizzare il progetto dei ricevitori, che dovranno poi operare in quello stesso ambiente dello spettro elettromagnetico.

Indice

1. Introduzione	3
2. Svolgimento dei rilievi	7
3. Conclusioni	10
Ringraziamenti	10
Bibliografia	10
Appendici ²	
A. Riassunto situazione	11
A.1 Banda 305-425 MHz	12
A.2 Banda 603-613 MHz (Ch 38 TV)	23
A.3 Banda 1-2 GHz	26
A.4 Banda 2-4 GHz	33
A.5 Banda 4-11 GHz	44
B. Misure comparate	54

² Le due appendici non sono presenti nella versione web del rapporto tecnico.

1. Introduzione

La sesta campagna di misura RFI si è svolta tra il 18 ed il 21 Aprile 2007 in prossimità del sito SRT, attraverso l'ausilio sia dell'unità mobile dell'IRA sia della stazione di monitoraggio fissa in avanzata fase di allestimento presso un traliccio in prossimità del basamento del radio telescopio.

Questa campagna di misura è stata mirata a due specifici obiettivi:

- Valutare lo scenario attuale dello spettro elettromagnetico ed il livello delle emissioni più forti nei dintorni delle principali bande radio astronomiche, a distanza di quasi tre anni dalla precedente campagna [1] e di cinque dalla quarta campagna [2]. All'interno del monitoraggio, particolare attenzione è stata dedicata alla distribuzione spettrale nella banda P (305 – 425 MHz), così da valutare eventuali accorgimenti nella progettazione del ricevitore radio astronomico dual-frequency attualmente in fase di sviluppo.
- Effettuare misure simultanee con la strumentazione di cui è equipaggiato il laboratorio mobile e con quella nella stazione di monitoraggio fissa posta vicina al radio telescopio, così da verificare la sensibilità del sistema locale.

Di seguito si riporta una tabella illustrativa delle principali caratteristiche dei ricevitori di prima luce di SRT, estratta dal paragrafo 4.1 “Feeds e Ricevitori” del documento “SRT Project Book” presente all'URL: <http://www.ca.astro.it/srt/project-book/index.htm>. Ovviamente le bande interessate da questi ricevitori sono, in questa fase, quelle a più alta priorità.

λ cm	FL sky [GHz]	FH sky [GHz]	BW (GHz)	BW (%)	Note	Posizione focale
90	0.305	0.425	0.11	30%	L/P Dual Frequency	Primario
18-21	1.30	1.80	0.5	32%		
5	5.70	7.70	2	30%	Monofeed	BWG
1.3	18.00	26.50	7.5	33%	Multifeed	Gregoriano

Questa sessione è stata caratterizzata oltre che dai rilievi sperimentali anche da differenti incontri di natura tecnico-scientifica per segnalare l'importanza della protezione nelle bande allocate al servizio di radio astronomia; questi incontri sono stati rivolti sia ai colleghi della comunità scientifica sia ai funzionari dell'Ispettorato Territoriale di Cagliari del Ministero delle Comunicazioni competenti per quanto riguarda il rispetto del PNRF (Piano Nazionale di Ripartizione delle Frequenze).

In particolare all'interno del ciclo di seminari della serie “I WANT YOU FOR ASTROPHYSICS” organizzato dall'Osservatorio Astronomico di Cagliari, Giovedì 19 aprile 2007 Roberto Ambrosini ha tenuto un seminario intitolato “Radio spectrum management: il problema dei problemi”, di cui di seguito si riporta l'abstract:

“L'utilizzo dello spettro elettromagnetico nelle bande radio trova in tempi recenti nuovi utenti, sempre più aggressivi e poco propensi a garantire servizi di ricerca fondamentale, come la meteorologia e la radio astronomia. Infatti, le osservazioni sperimentali di queste discipline utilizzano tecniche, esclusivamente o prioritariamente, passive, cioè sono effettuate solo “ricevendo” emissioni naturali, di intensità debolissima e su canali di frequenza propri. Ne consegue che esse risultano totalmente al di fuori del controllo degli osservatori, che invece hanno sviluppato tutti quei metodi alla frontiera della moderna scienza e tecnologia per migliorare la

qualità e quantità informativa da esse ricavabile per una migliore conoscenza in tempo reale della natura che ci circonda, della sua origine e della sua possibile evoluzione. Lo spettro radio è una risorsa finita ed intrinsecamente di dominio pubblico. Tuttavia oggi si apre una concorrenza senza precedenti fra alcuni suoi utenti che possono realizzare in breve tempo guadagni enormi, mentre altri utenti “classici” ed in particolare, i servizi passivi, vengono chiamati a giustificare il loro “valore commerciale” rispetto a tali nuovi utilizzatori. Il confronto su questo tema è diventato della massima attenzione per la Commissione Europea, che ne ha capito appieno le potenzialità economiche. Ecco perché è necessario affrontarlo su tutti i campi: ovvero politico, istituzionale e sperimentale; ma anche a tutti i livelli: internazionale, europeo, nazionale e locale, se si vuole avere qualche garanzia per il futuro di avere ancora ricerca osservativa sperimentale con tecniche passive radio.”

Un secondo incontro si è invece tenuto presso la sede dell’Ispettorato Territoriale di Cagliari in cui una rappresentanza del gruppo RFI ha incontrato l’Ispettore, Ing. Calcina, ed alcuni suoi collaboratori. Questa circostanza ha permesso di portare a conoscenza l’Ispettorato della nuova antenna che presto sorgerà in Sardegna e di tutto ciò che questo comporterà dal punto di vista della protezionistica. Si è infatti puntualizzato come l’intensità tipica dei segnali provenienti dal cosmo sia 10^{15} volte inferiore a quelli prodotti artificialmente e quindi anche armoniche di elevato ordine e/o emissioni spurie, se presenti nella banda radioastronomica possono compromettere irrimediabilmente l’osservazione scientifica.

L’incontro ha poi avuta una sua prosecuzione nella campagna di misura congiunta effettuata il giorno 20 Aprile, in cui le due unità con i rispettivi mezzi mobili si sono date appuntamento presso il sito SRT. In Figura 1 è riportata un’immagine dell’incontro. Tale incontro ha permesso di approfondire mutuamente la conoscenza della strumentazione e dei metodi di lavoro rispettivi. Inoltre seduta stante è stato segnalato all’Ispettorato, in via informale, un segnale presente nella banda 1420 MHz allocata come utilizzo primario - esclusivo al servizio radio astronomico. Questo segnale era già stato rilevato durante la quinta campagna di misura; con il supporto dei colleghi dell’Ispettorato si è verificato trattarsi di una trasmissione TV ad alta definizione (WFM TV) tra i ponti radio di Monte Serpeddi (CA) e Badde Urbana (OR). Il tracciato in questione è riportato in Fig. 37.



Figura 1 – Un momento della campagna congiunta con l’Ispettorato, presente con il proprio furgone su base Mercedes, dotato di antenna Log-Periodica ed un radio goniometro

Infine, a conclusione della campagna di misura, il 22 Aprile, l’unità mobile dell’Istituto di Radioastronomia è stata esposta presso il sito SRT, in occasione dell’apertura del cantiere all’interno della XVII settimana della cultura scientifica e tecnologica, dedicata al tema “La natura e la civiltà delle macchine”.



Figura 2 – Immagine del furgone durante l'“Open day” di SRT

2. Svolgimento dei rilievi

I rilievi della sesta campagna RFI sono stati effettuati utilizzando il furgone IRA (FIAT Ducato targato AG647AC). Le principali bande monitorate sono elencate nella prima colonna della seguente tabella:

Banda monitorata	Sistema di misura del laboratorio mobile	Paragrafo relativo
305 - 425 MHz	305 - 425 MHz amplificata - antenna Log-Periodic 310-620 MHz con guadagno 8.5 dB	A1
603 - 613 MHz (Ch 38 TV)	603 - 613 MHz amplificata - antenna Log-Periodic 310-620 MHz con guadagno 8.5 dB	A2
1.0 - 2.0 GHz	1.25 - 18 GHz amplificata - antenna Double Ridged Horn 1-18 GHz con guadagno 7-9 dB nella banda interessata dalle misure	A3
2.0 - 4.0 GHz		A4
4.0 - 11.0 GHz		A5

Sempre nella stessa tabella è riportato banda per banda il sistema di misura utilizzato.

Tipicamente le antenne, polarizzate linearmente, sono montate a 45° per una ricezione contemporanea delle due polarizzazioni lineari (orizzontale e verticale): ovviamente in questo caso si considera una diminuzione di 3 dB sul guadagno nominale.

Lo strumento di misura principale è l'Analizzatore di Spettro Agilent 8562EC con copertura fino a 13.2 GHz, i cui spettri possono essere memorizzati su PC portatile tramite interfaccia IEEE-488 ed apposito software, in formato JPG.

Tutti gli spettri memorizzati riportano una sigla (compresa tra #0 e #7b) che fa riferimento ad una specifica configurazione dello strumento e del setup di misura, per un totale di 14 tipologie di misura.

Ulteriori rilievi sono stati poi eseguiti modificando alcuni parametri dell'analizzatore di spettro: all'identificativo di questi spettri è stata aggiunta la dicitura "modificato".

L'impostazione dei principali parametri dello strumento di misura ed i valori di guadagno/perdita dei dispositivi impiegati (antenne, filtri, amplificatori, switches, cavi coassiali etc.) sono riportati nella tabella della pagina seguente.

S.A. Mem. State	#0	#1a	#1b	#2	#3a	#3b	#4a	#4b	#5	#6a	#6b	#6c	#7a	#7b
Freq./Span (MHz)	350/200	325/30	408/30	608/10	1550/600	2150/600	2650/500	3150/500	3700/600	4500/1000	5500/1000	6500/1000	8500/1000	10700/1000
Res./Video BW (KHz)	100/100	30/30	30/30	30/30	300/100	300/100	300/100	300/100	300/100	300/100	300/100	300/100	300/100	300/100
Antenna gain	8,5	8,5	8,5	8,5	7	7	7,5	7,5	7,5	7,5	8	8,5	9	9
45° Polar. Loss	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Antenna coax loss	0,3	0,3	0,4	0,5	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5
Gain Box (filter+amp+sw)	33,3	33,3	33,3	31	34,4	33,5	30	29,5	29,1	34,8	34,8	34,8	33,6	33,6
External coax loss	1	1	1,1	1,4	1,8	2,8	3,2	3,5	3,9	4,3	4,9	5,5	6,5	7,7
Internal coax loss	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	1	1,1
GAIN TOT.	37,3	37,3	37,1	34,3	36	34	30,5	29,7	28,8	34	33,8	33,6	31,6	30,3

Nota: Sottraendo coerentemente il valore del GAIN TOTALE all'intensità di un segnale rilevato su ciascun spettro, si ottiene il valore della potenza ricevuta da un'ipotetica antenna con guadagno = 0dBi [valido solo per segnali con larghezza di banda \leq alla Res. BW dello strumento].

Tutti i rilievi sono stati effettuati in località nei pressi del sito SRT, a differenti quote altimetriche. Ognuna delle posizioni monitorate, presenta peculiarità specifiche per cui è risultato di notevole interesse effettuare una campagna di misura da ciascuno dei siti individuati. Purtroppo non è stato possibile accedere al sito della ex Colonia, la cui collocazione risulta molto interessante.

Le condizioni meteo durante i rilievi sono state mediamente buone.

Le diverse postazioni di misura sono visualizzate nella mappa sottostante, e descritte con dettaglio nell'elenco che segue.

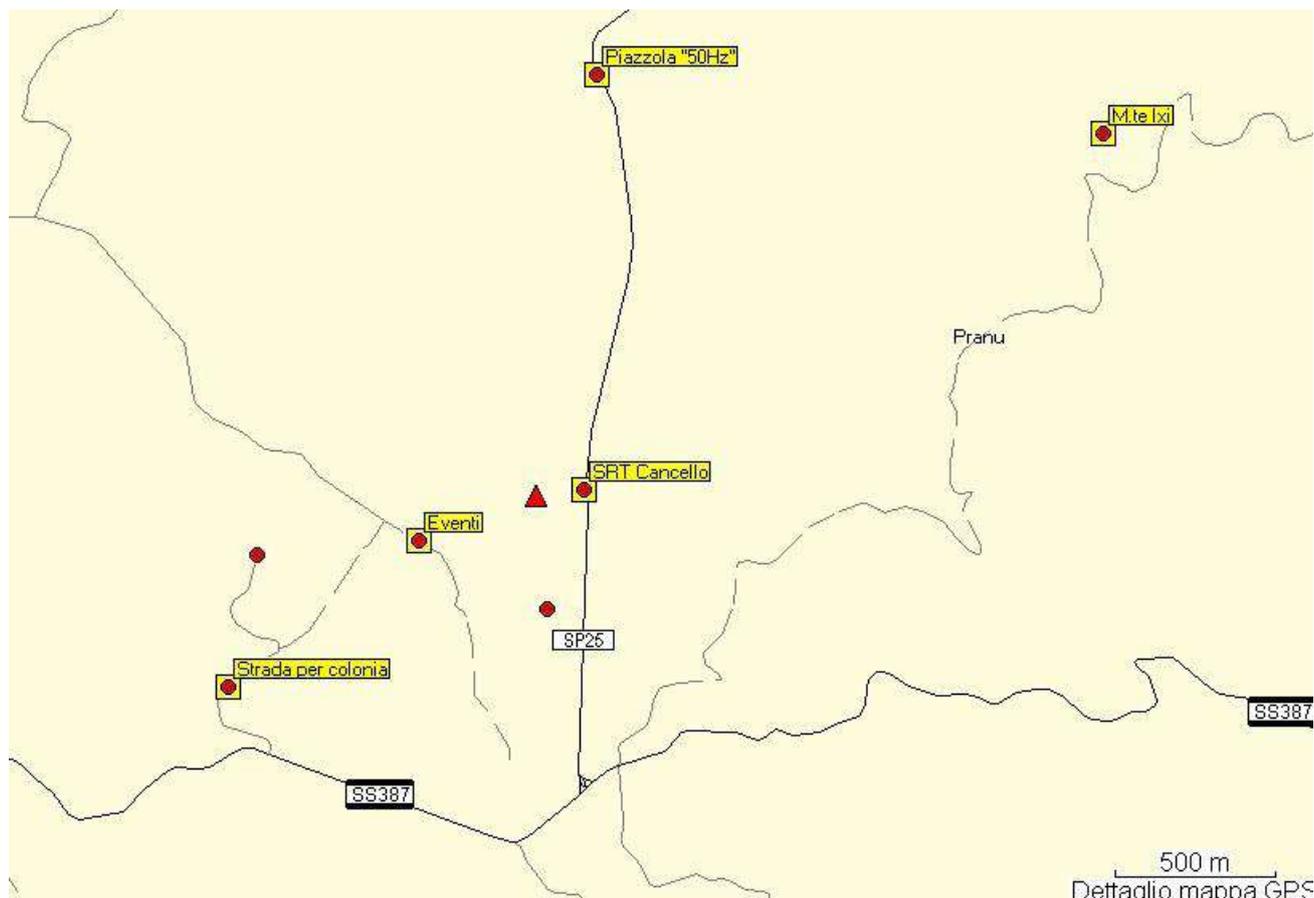


Figura 3 – Mappa dell'area nei pressi di SRT, in cui si evidenziano i punti di particolare importanza da cui sono state effettuate delle misure di RFI

LOCALITA'	DATA	LAT. NORD	LONG. EST	QUOTA slm. (mt)
Piazzale "Eventi"	18/04/07	39° 29' 30.6"	09° 14' 27.1"	620
Piazzola "50Hz"	18-19/04/07	39° 30' 18.0"	09° 14' 50.4"	644
Cannello SRT	19/04/07	39° 29' 35.8"	09° 14' 48.8"	607
Cima m.te Ixi	19/04/07	39° 30' 11.0"	09° 15' 57.7"	842
Strada per Colonia	20/04/07	39° 29' 15.7"	09° 14' 02.2"	630

Si ricorda che il basamento di SRT risulta essere ad una quota di 600 mt slm.

Tutte le coordinate e le quote altimetriche sono state acquisite tramite ricevitore GPS GARMIN (12 satelliti) con antenna esterna collocata sul tetto del furgone (le tolleranze sono quelle tipiche dello strumento). La quota reale delle antenne installate sul palo telescopico del furgone, durante i rilievi, è in effetti più elevata di 4-6 m rispetto alla quota altimetrica indicata in tabella.

3. Conclusioni

Durante la sesta campagna di monitoraggio, la situazione RFI presente presso il sito SRT è apparsa sostanzialmente uguale a quella precedentemente osservata, con un leggero aumento delle emissioni impulsive in banda L ed in banda S.

Alcuni segnali di elevata intensità presenti nella banda passante dei ricevitori risultano provenire dal monte Ixi. Si suggerisce quindi un contatto con i gestori delle antenne lì ubicate per valutare e negoziare eventuali accorgimenti così da garantire la piena operatività di SRT.

Già da tempo gli autori hanno potuto verificare la criticità del problema delle auto-interferenze presso un sito radio astronomico, come Medicina e Noto. Moderna strumentazione accessoria, anche non strettamente prevista per uso di telecomunicazioni, di fatto risulta generare interferenze all'utilizzo dei radiotelescopi. Dispositivi per la connessione di reti informatiche, ma anche gli stessi calcolatori ed altro, soprattutto se di bassa qualità costruttiva, sono infatti generatori di emissioni radio anche di forte intensità.

Si raccomanda pertanto ai colleghi di porre particolare attenzione a questa problematica nello sviluppo di tutte le attrezzature elettriche ed elettroniche (soprattutto se non dichiarano ufficialmente a quale normativa sulle emissioni radio intendono uniformarsi). Per confronto si possono vedere misure analoghe, prese presso tutti i più moderni osservatori.

Ringraziamenti

Si ringrazia Alessandro Orfei ed Ignazio Porceddu per l'apprezzata revisione del testo.

Bibliografia

- [1] R. Ambrosini, C. Bortolotti, M. Roma, L. Mureddu, F. Messina, "La quinta campagna RFI a Pranu Sanguini", RFI Memo Series TM – 001.1, Giugno 2004.
- [2] R. Ambrosini, C. Bortolotti, M. Roma, L. Mureddu, "La quarta campagna sulla distribuzione spettrale dei segnali potenzialmente interferenti il servizio di radioastronomia dalla stazione SRT", Rapporto interno IRA 326/02.

Appendice A. Riassunto Situazione

Sono stati ottenuti più di 70 spettri, che per completezza d'informazione verranno interamente mostrati; si è cercato comunque di organizzarli in maniera da risultare di semplice lettura: dapprima divisi per banda di frequenza e poi per posizione geografica da cui sono stati rilevati. Nelle seguenti figure si notano molte più emissioni rispetto a quelle descritte, in quanto si è scelto di riportare solo quelle presenti direttamente in banda RA e/o quelle particolarmente intense e problematiche per la dinamica dei ricevitori. Ricordiamo infatti che le emissioni fuori banda RA non ci “competono” ed inoltre potrebbero variare (frequenza/ampiezza/tempistica) senza preavviso.

Gli spettri visualizzano la situazione dei segnali di picco, con funzione max-hold, dopo una rotazione dell'antenna in azimut su tutti i 360° [se non diversamente specificato], e riportano pertanto una situazione temporalmente limitata, riferita ad emissioni tipicamente “al suolo” e relativamente persistenti. Problematica risulta anche la visualizzazione e la misura di emissioni di tipo impulsivo.

Il presente capitolo è suddiviso nei seguenti paragrafi sulla base della banda osservata:

A.1 Banda 305-425 MHz

A.2 Banda 603-613 MHz (Ch 38 TV)

A.3 Banda 1-2 GHz

A.4 Banda 2-4 GHz

A.5 Banda 4-11 GHz

A.1 Banda 305-425 MHz

Da evidenziare che è stata confermata la presenza di alcune forti emissioni, non costantemente presenti, quasi sicuramente irradiate dalla cima del Monte Ixi (426/427 MHz e 443 MHz – temporanee o intermittenti digitali). Questi segnali condizionano fortemente la banda passante del ricevitore in banda P. Tale problema sarebbe comunque superato con il riconoscimento di una zona di protezione esclusiva con 3 Km di raggio attorno al radiotelescopio. E' in corso un'indagine per individuare l'Ente o la struttura che gestisce gli apparati.

In generale, nella banda P, a parte le forti emissioni di cui sopra e la saltuaria presenza di alcuni spike non meglio identificati (vedi Fig. 12, rilevata dalla piazzola Eventi), le emissioni più significative sono state rilevate a:

279[‡] – 354 – 369 (fonia) – 389 (fonia) – 394/395 – 419 – 438 MHz.

Di ampiezza più contenuta sono invece i seguenti segnali:

323 – 332 – 336 – 375 – 401 – 406 – 416 MHz

Risulta evidente che alcune emissioni si trovavano al di fuori della banda passante del filtro (300-434 MHz), pertanto nel calcolo del livello di questi segnali si è dovuto tener conto della relativa reiezione introdotta.

Allo stato attuale, nella banda P, così come in altre bande, non è possibile dare delle raccomandazioni di carattere generale per il design dei ricevitori radioastronomici; la campagna di misura ha infatti avuto una durata molto limitata nel tempo. Viceversa l'utilizzo della stazione fissa di monitoraggio potrà successivamente dare indicazioni più precise su scale temporali più lunghe. Altri due aspetti sono inoltre da considerare, il primo è relativo all'aleatorietà delle emissioni ricevute ed il secondo al fatto che alcuni segnali potrebbero essere associati ai ripetitori posti sul Monte Ixi e potrebbero quindi essere eliminati attraverso una *Radio Quiet Zone* in prossimità del sito SRT.

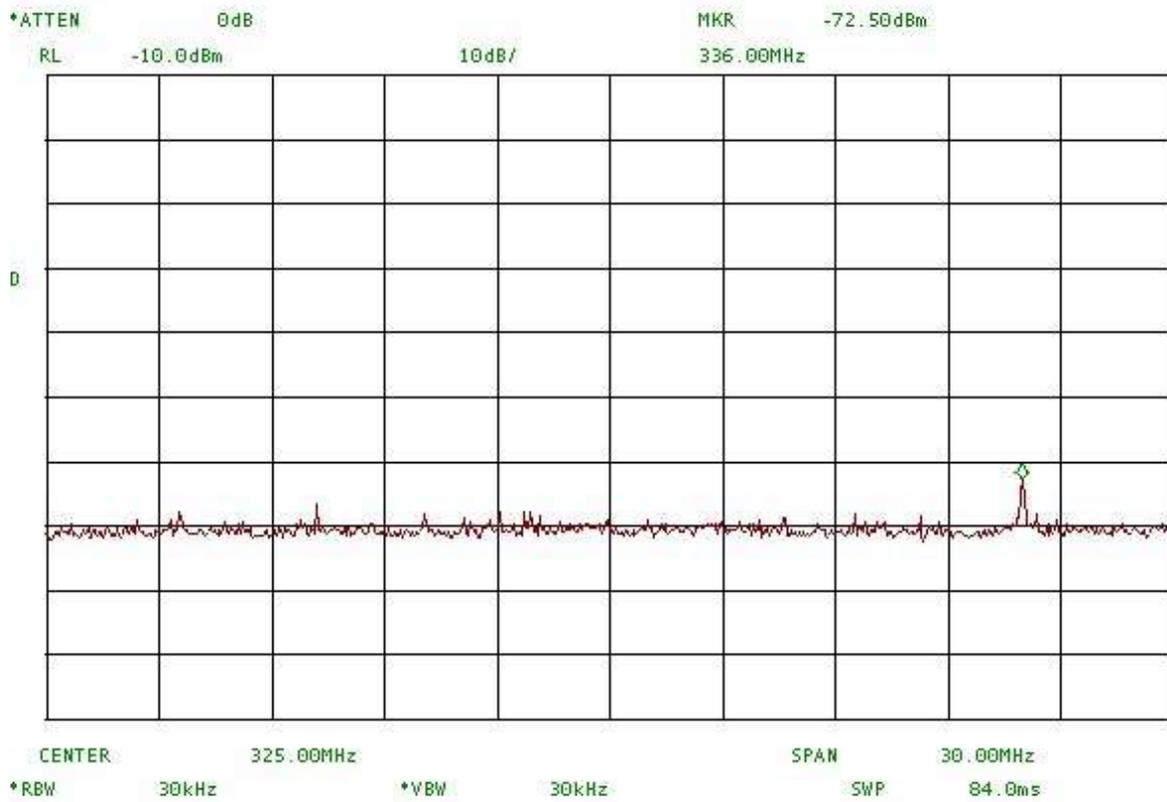
Da Figura 4 a Figura 13 → Piazzola Eventi

Figura 14 → Cancelli SRT

Da Figura 15 a Figura 18 → Monte Ixi

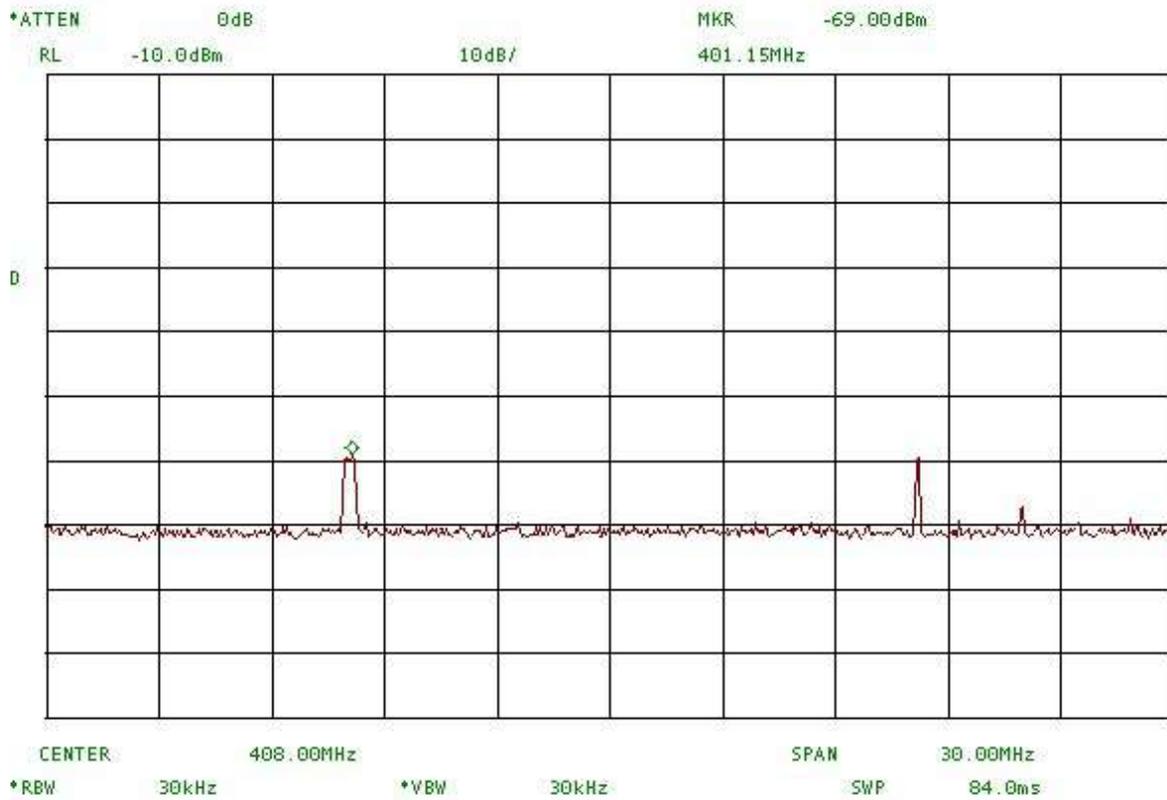
Da Figura 19 a Figura 22 → Piazzola 50 Hz

[‡] Alcune emissioni riportate nel presente rapporto (come per esempio questa a 279 MHz) non risultano direttamente rintracciabili nei file jpg mostrati, in quanto esse sono state annotate a matita sulle copie cartacee degli stessi plottati.



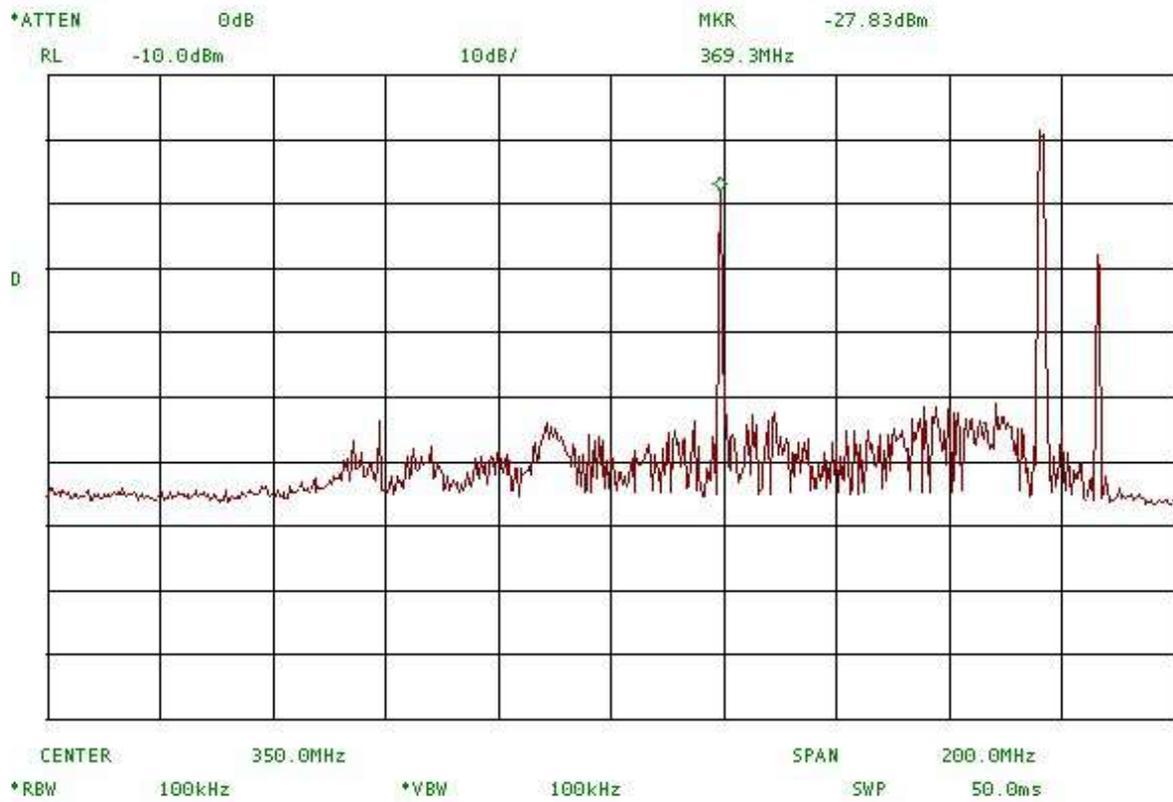
16.19 18/04/07 Piazzola Eventi #1a - Max hold su 360°

Figura 4



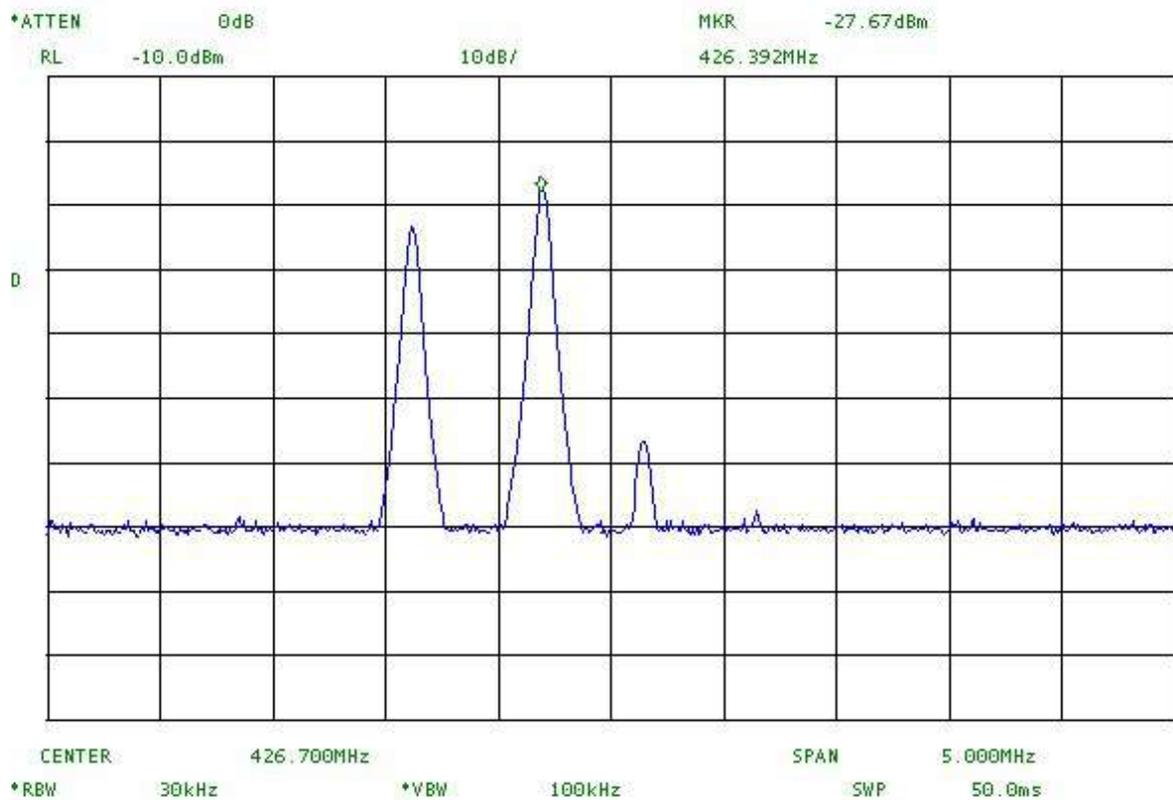
16.24 18/04/07 Piazzola Eventi #1b - Max hold su 360°

Figura 5



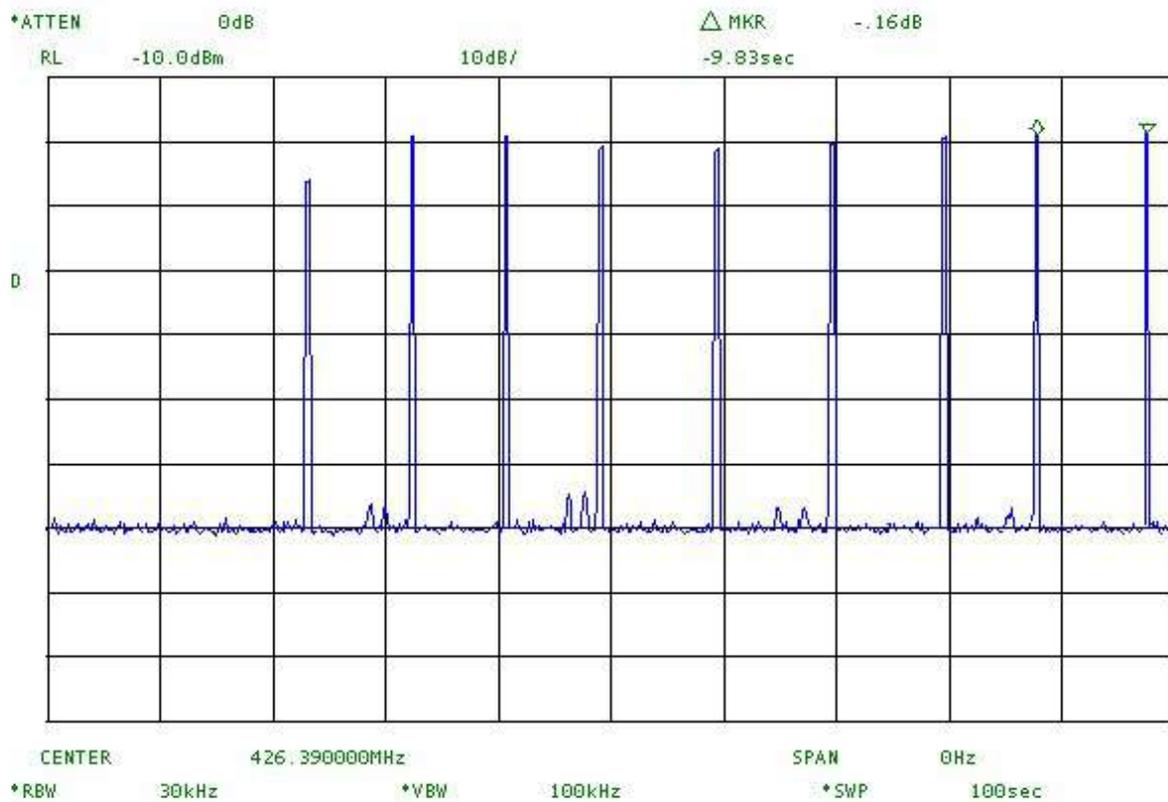
15.03 18/04/07 Piazzola Eventi - Emissioni temporanee - dir. ????

Figura 6



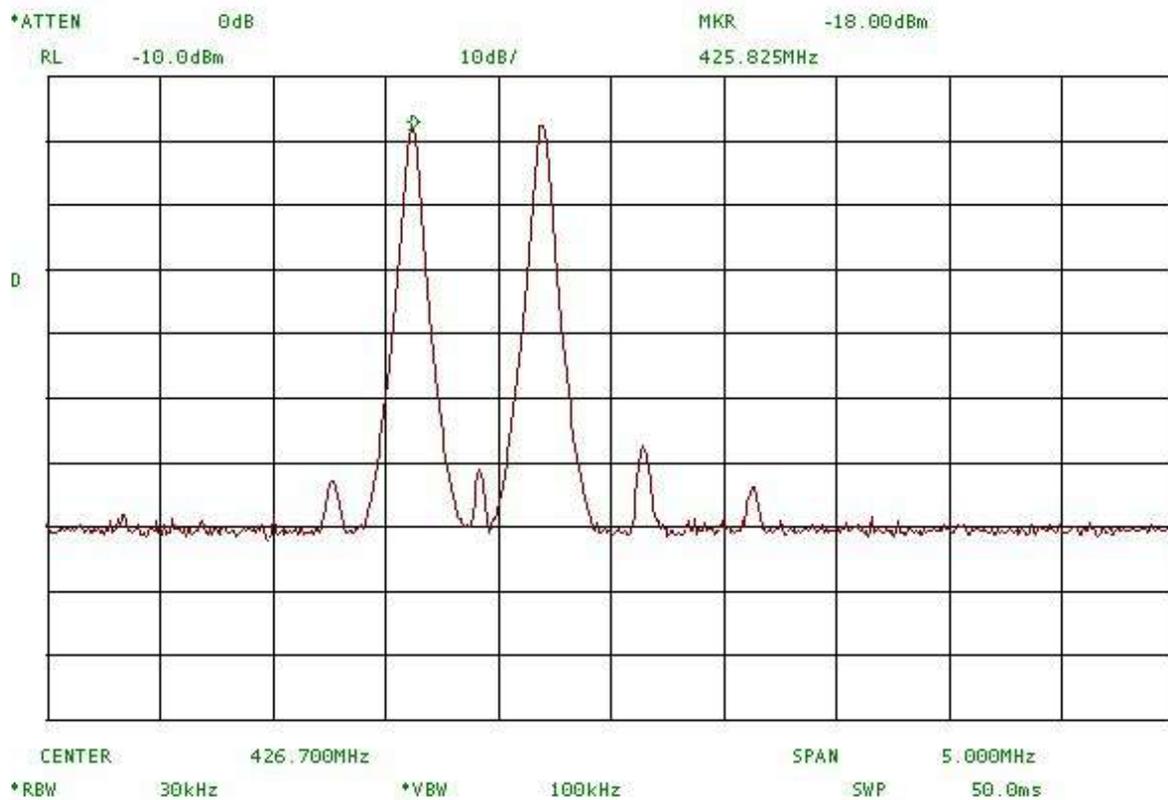
15.18 18/04/07 Piazzola Eventi - Emissione temporanea - dir. 070 circa

Figura 7



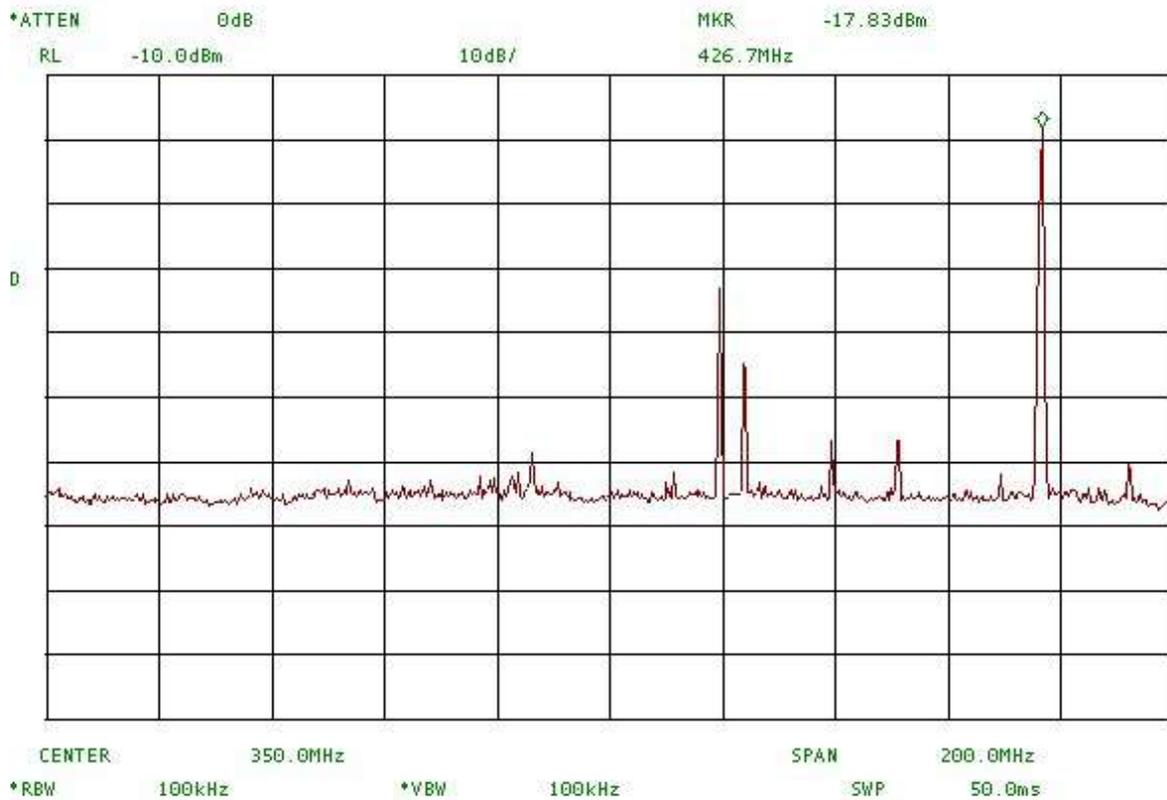
15.22 18/04/07 Piazzola Eventi - Emissione periodica impulsiva - dir. 070° circa

Figura 8



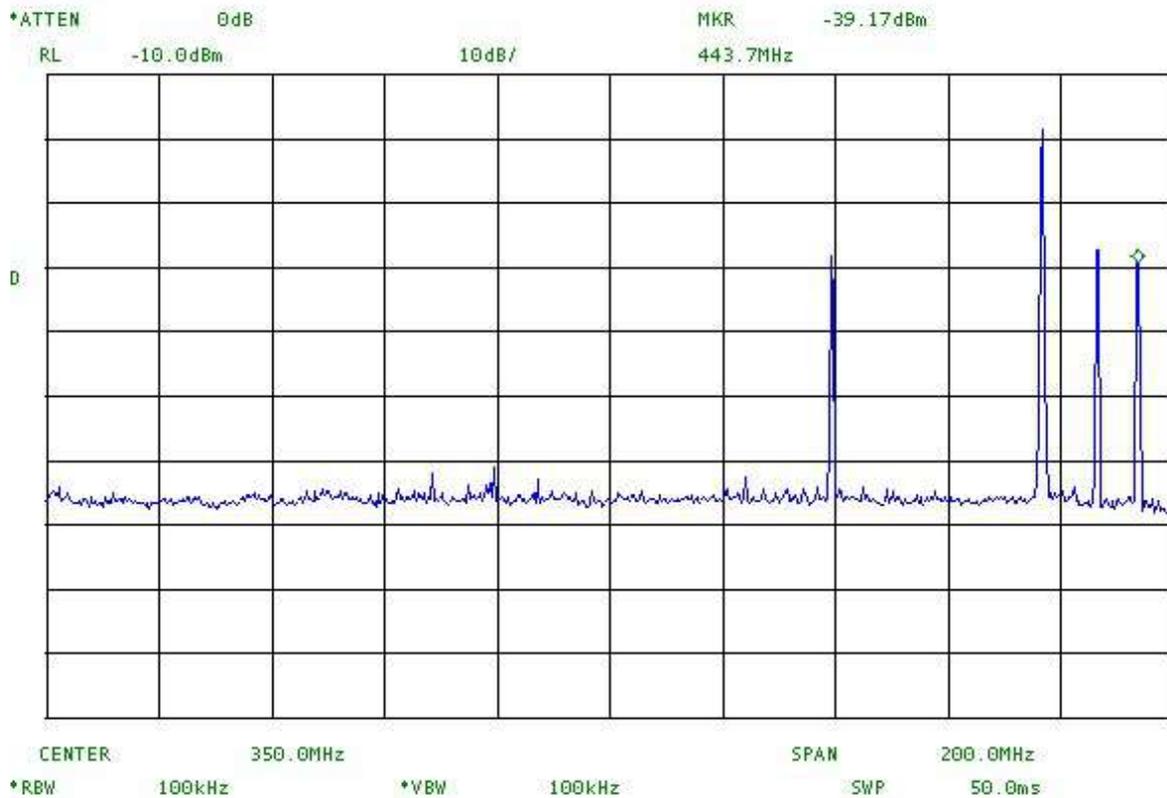
15.28 18/04/07 Piazzola Eventi - Emissione periodica impulsiva - dir. 070° circa

Figura 9



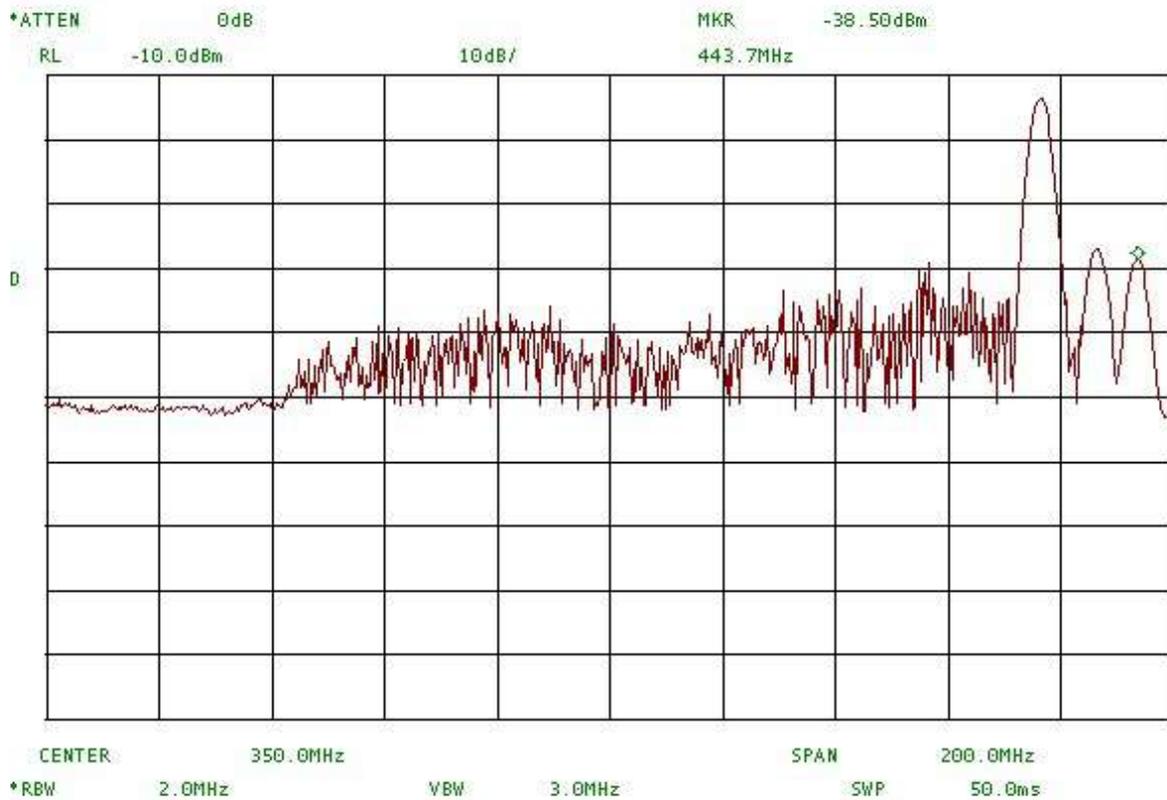
15.35 18/04/07 Piazzola Eventi #0 - Max hold su 360°

Figura 10



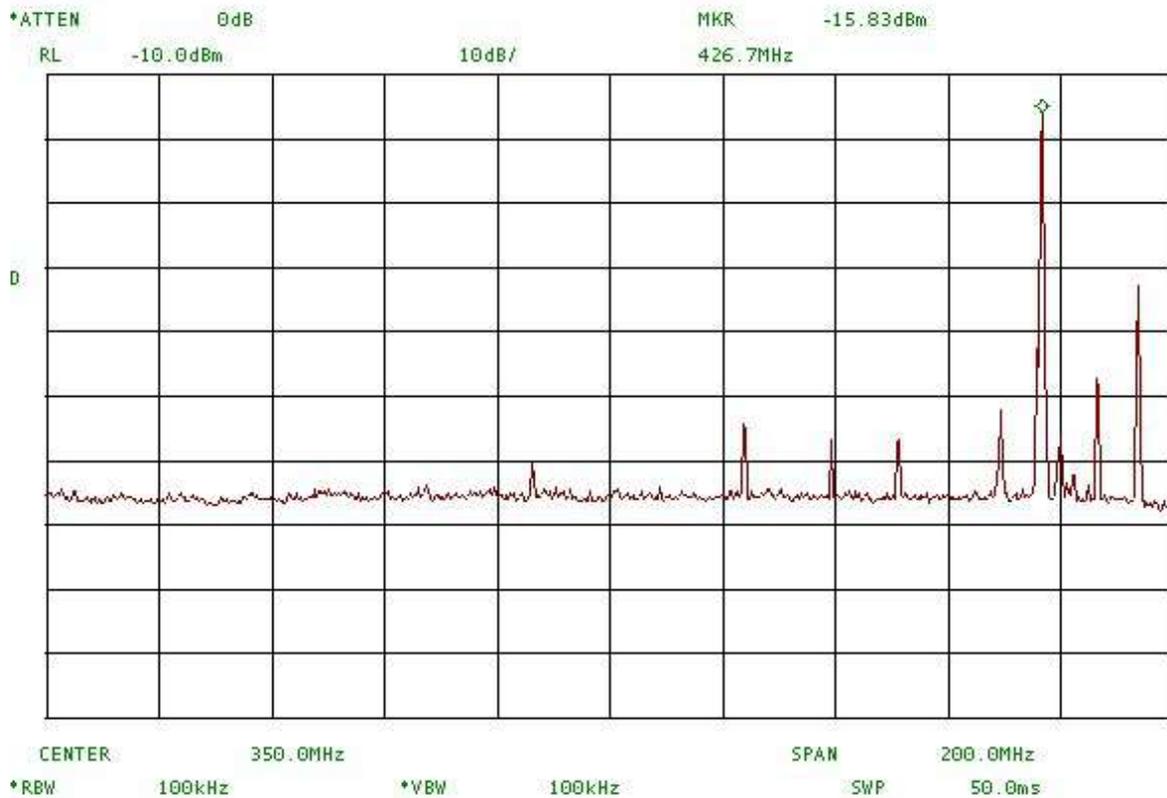
15.42 18/04/07 Piazzola Eventi #0 - Emissione impulsiva periodica Dig.(MKR) - Dir. 051° circa

Figura 11



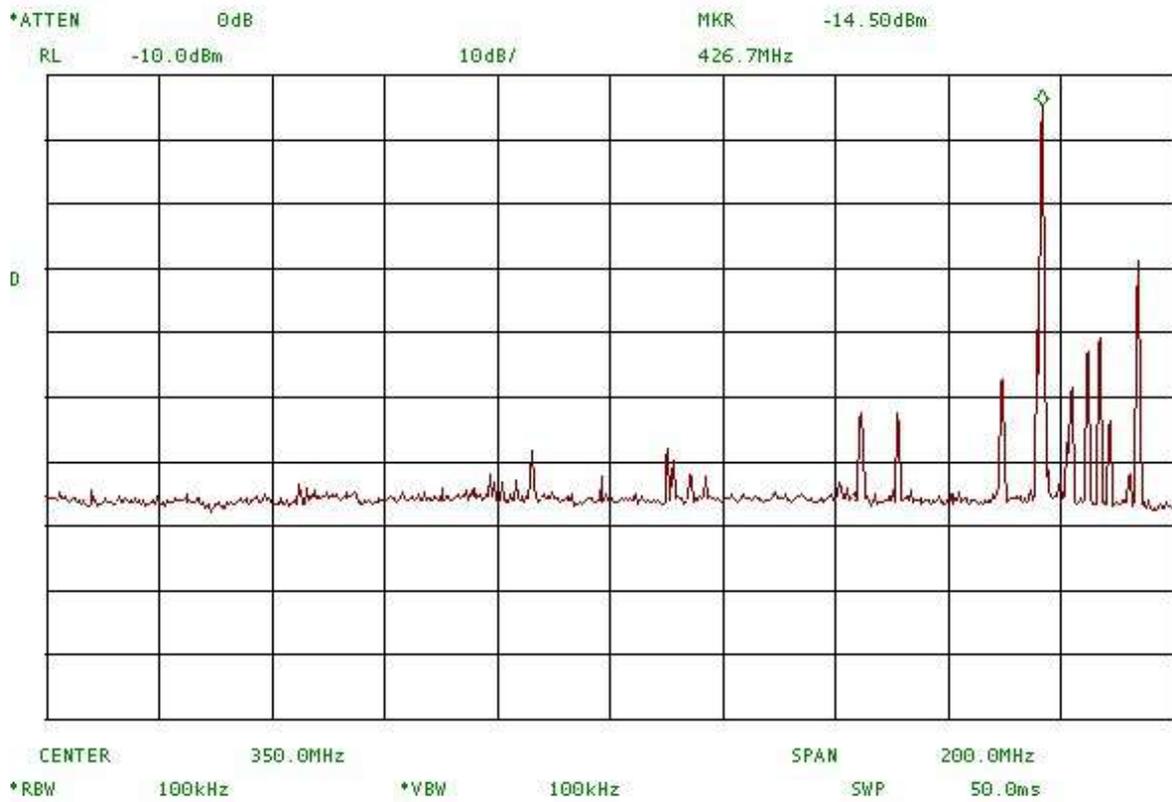
15.51 18/04/07 Piazzola Eventi #0 modificato - Emissione spuria/spike - Dir. 030° circa

Figura 12



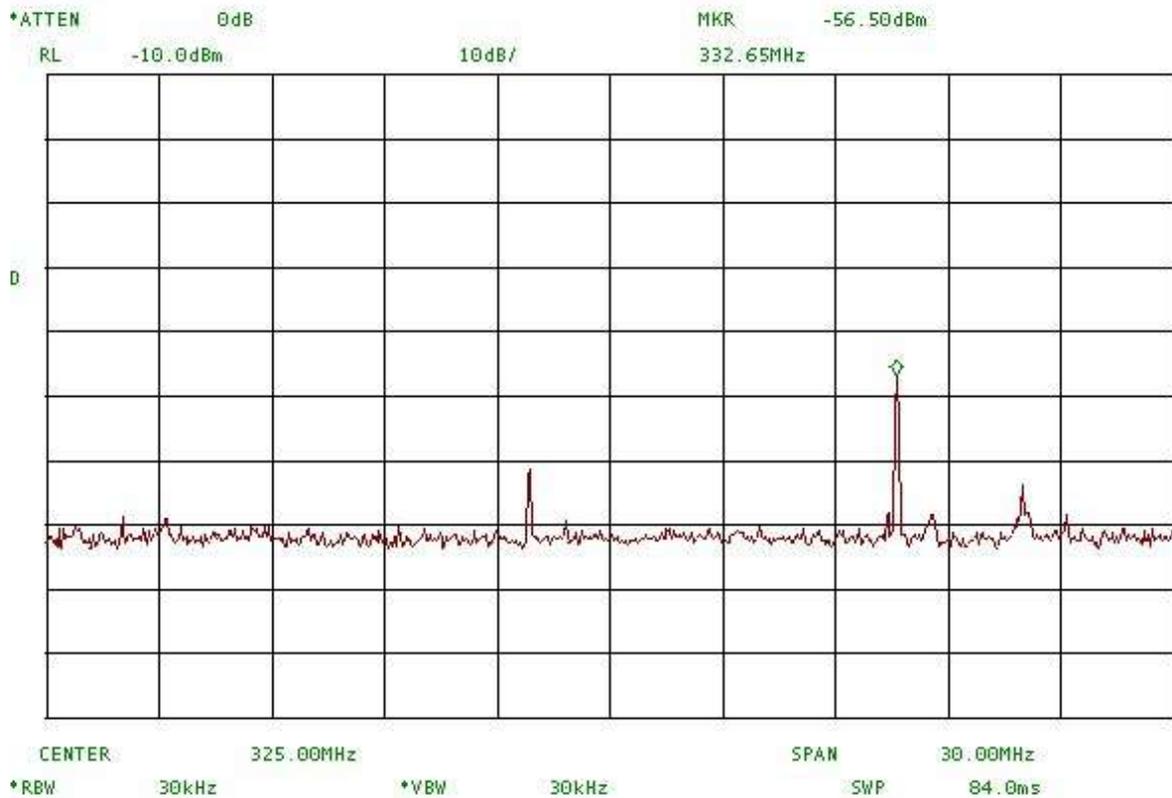
16.04 18/04/07 Piazzola Eventi #0 Bis - Max hold su 360°

Figura 13



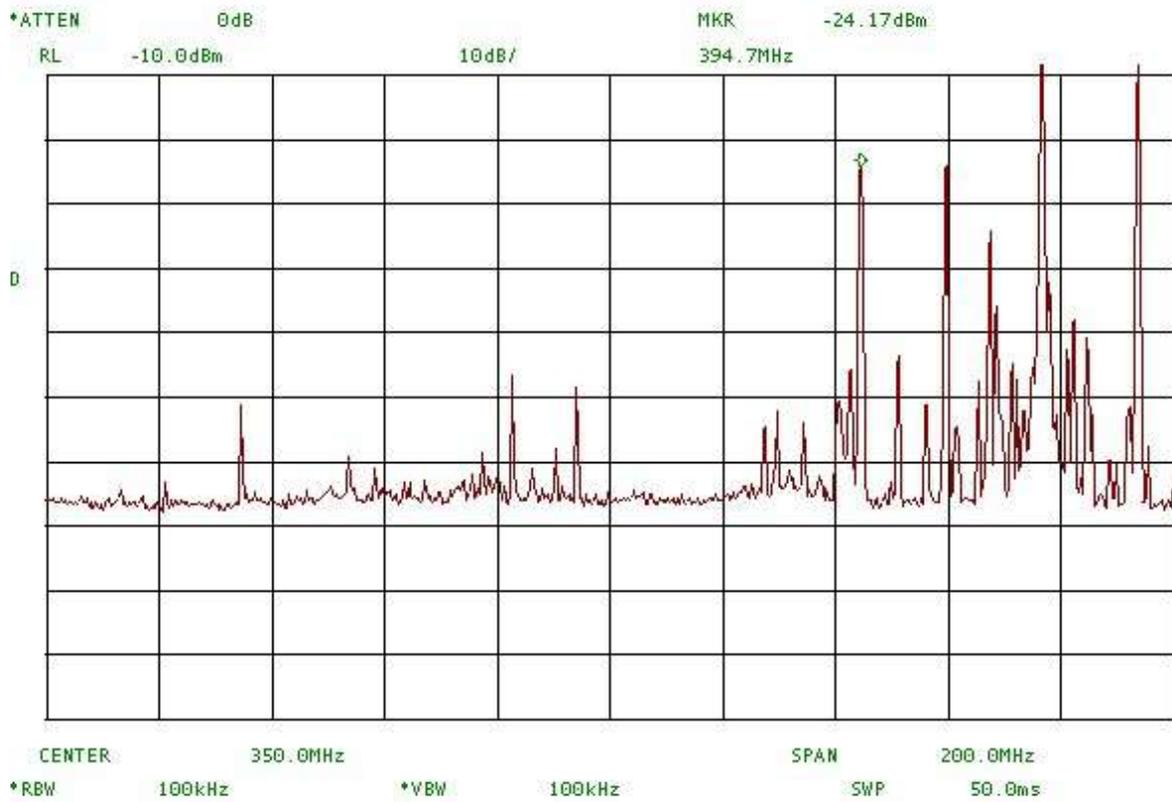
11.31 19/04/07 Cancellò SRT #0 - Max hold su 360°

Figura 14



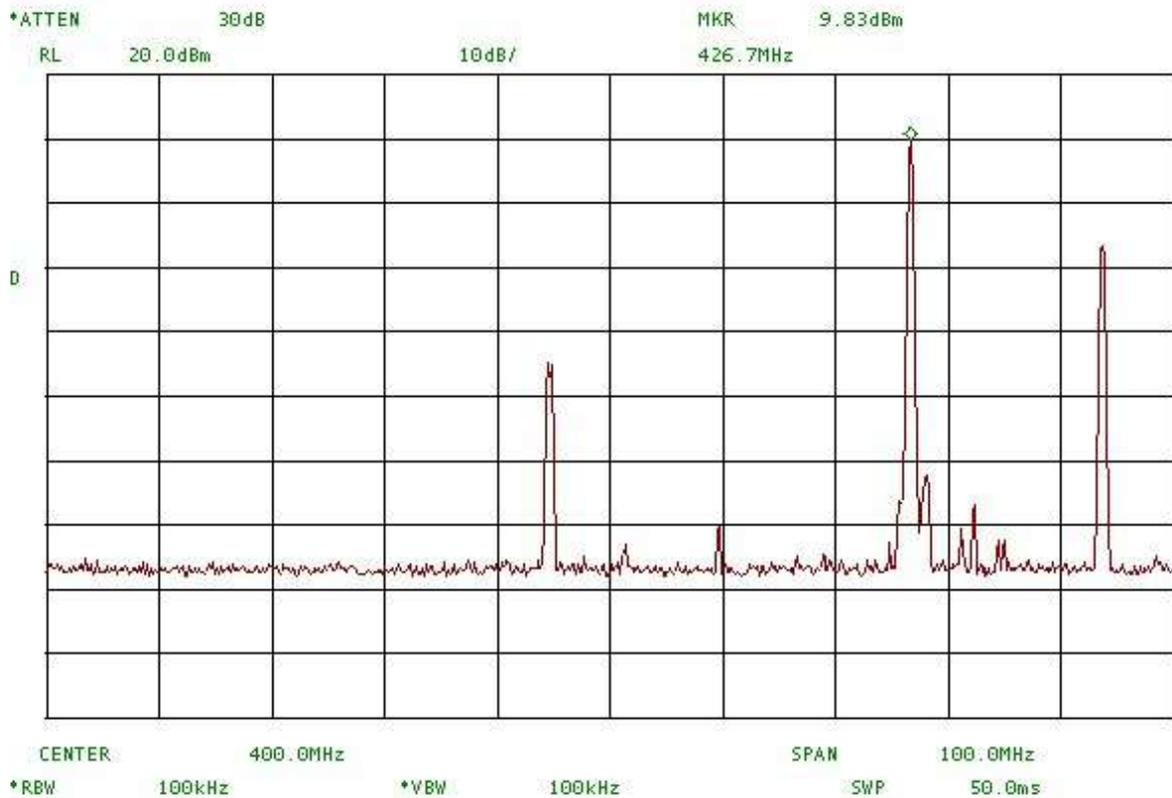
16.33 19/04/07 M.te IXI #1a - Max hold su 360°

Figura 15



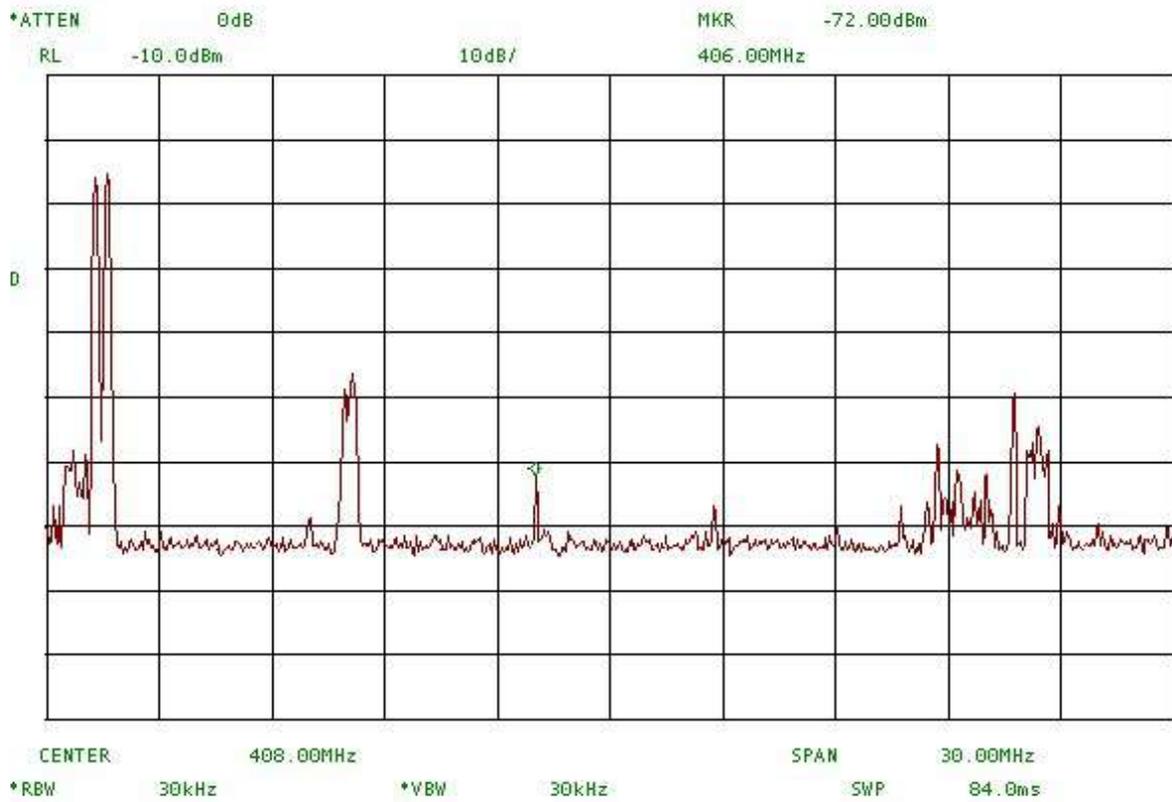
16.35 19/04/07 M.te IXI #0 - Max hold su 360°

Figura 16



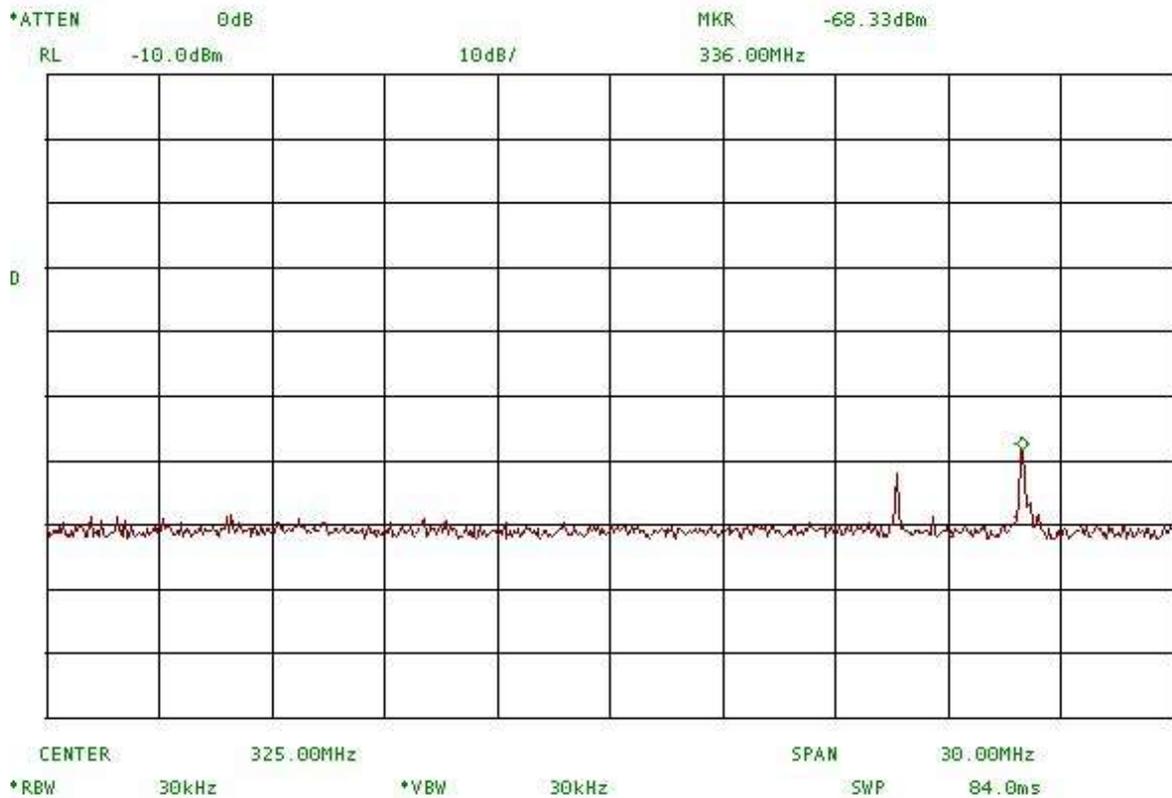
16.38 19/04/07 M.te IXI #0 modificata - max hold su 360°

Figura 17



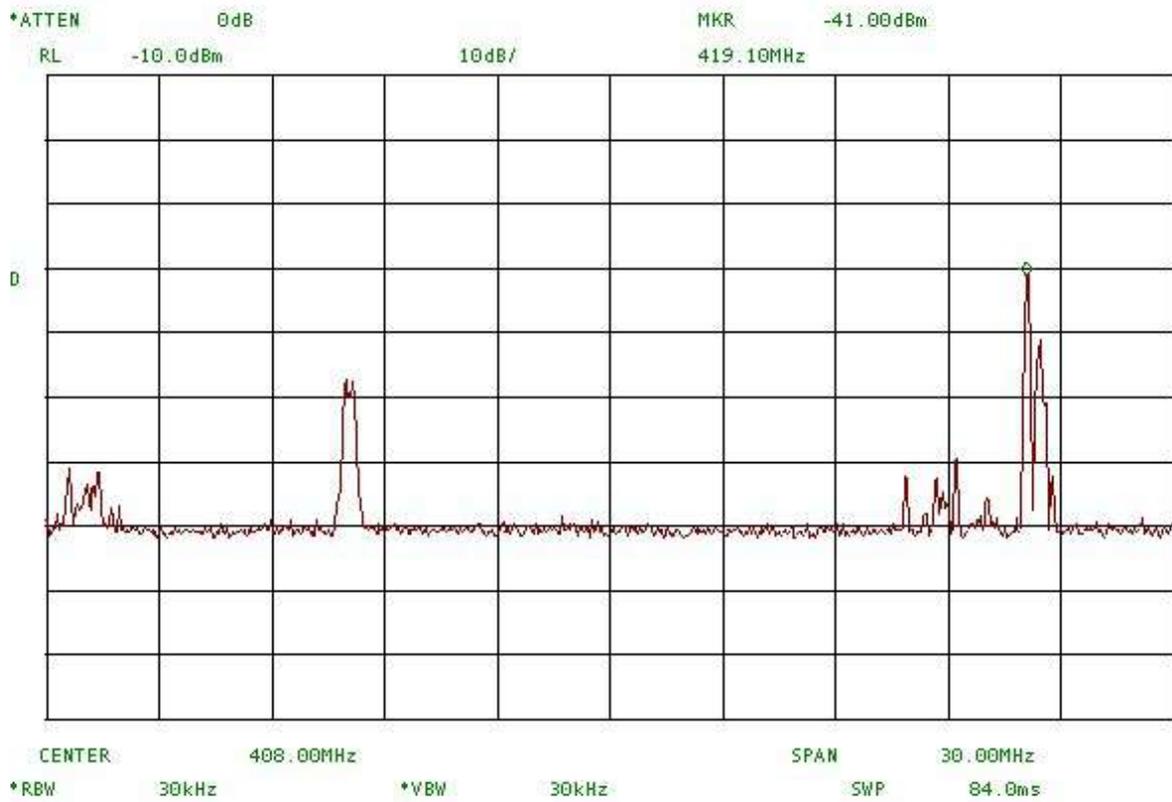
16.32 19/04/07 M.te IXI #1b - Max hold su 360°

Figura 18



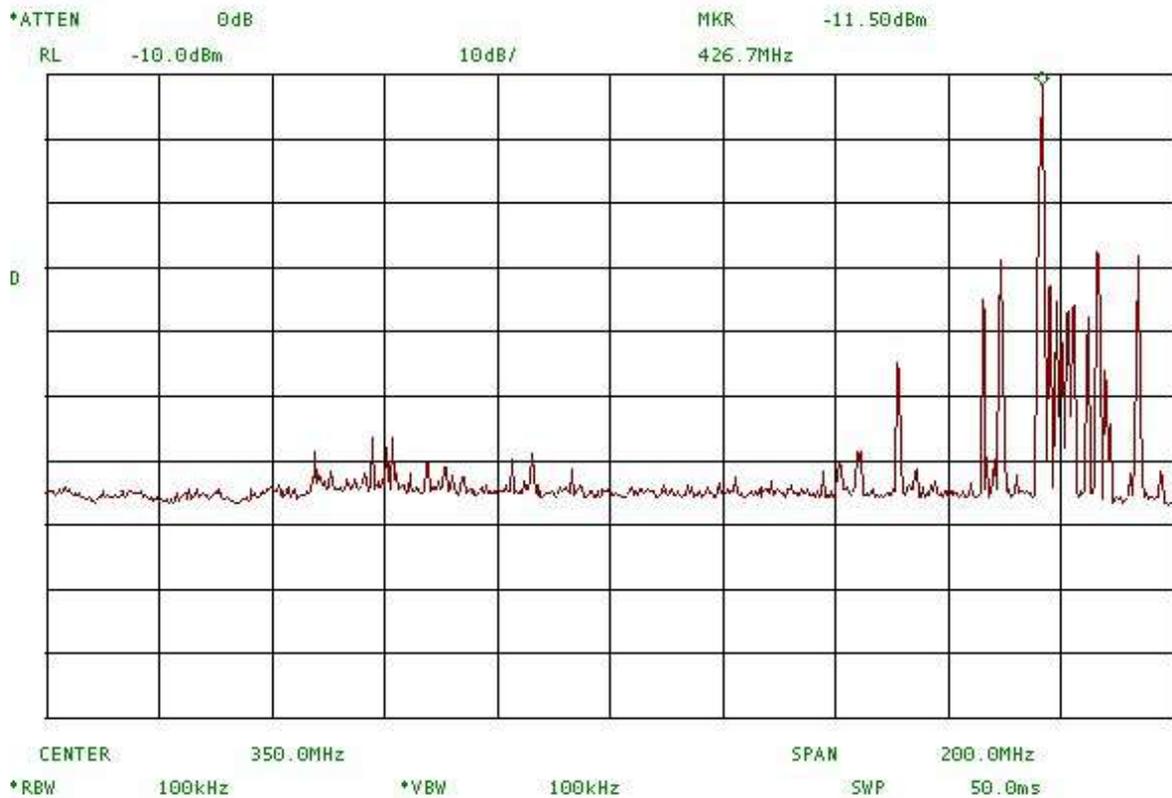
18.26 18/04/07 Piazzola 50 Hz #1a - Max hold su 360° (No spike)

Figura 19



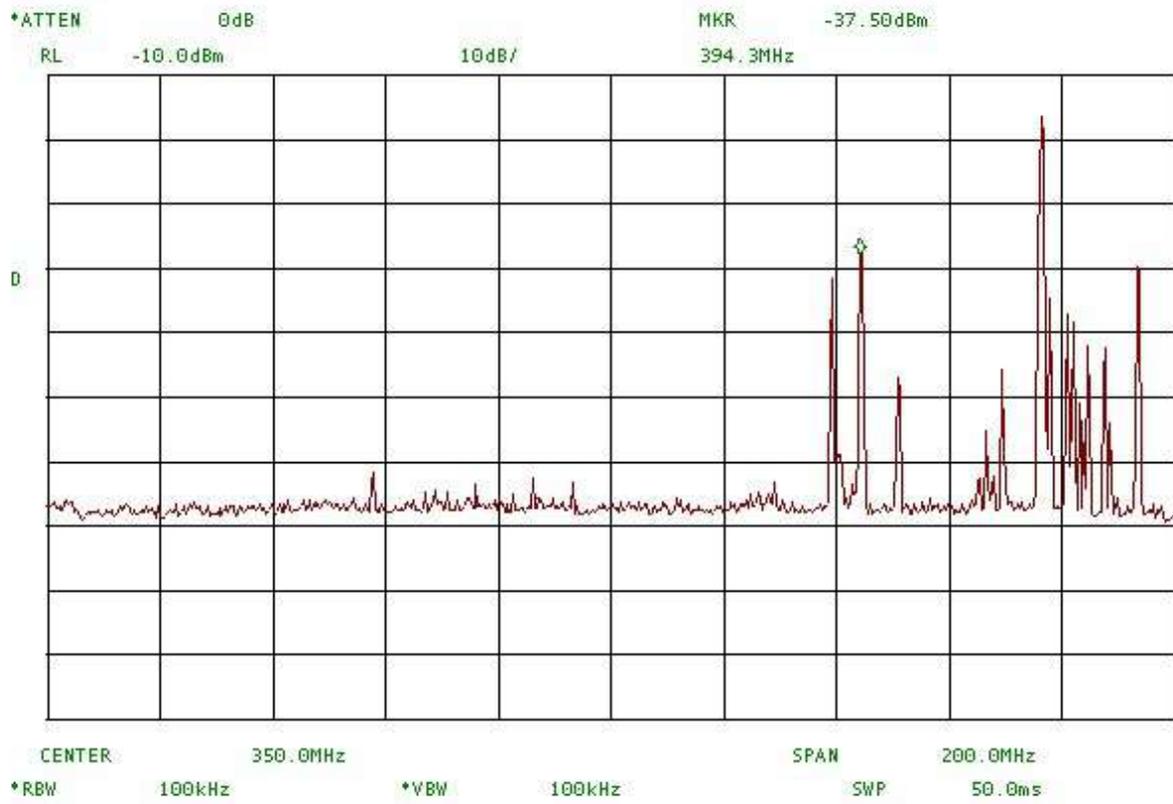
18.29 18/04/07 Piazzola 50 Hz #1b - Max hold su 360°

Figura 20



18.22 18/04/07 Piazzola 50 Hz #0 - Max hold su 360°

Figura 21



10.00 19/04/07 Piazzola 50 Hz #0 - Max hold su 360°

Figura 22

A.2 Banda 603-613 MHz (Ch 38 TV)

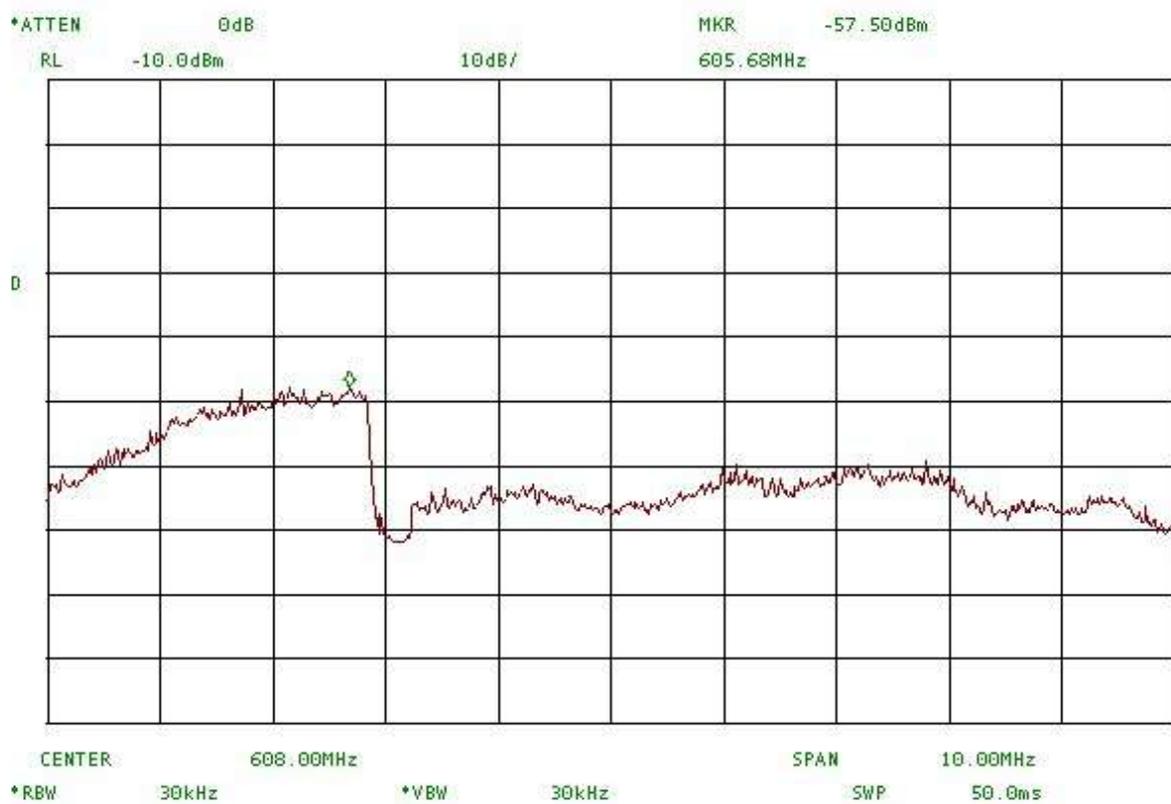
La banda attorno ai 608 MHz (Ch 38 TV) risulta occupato dalla tele-diffusione, ormai esclusivamente in formato digitale come il DVBT (Digital Video Broadcasting - Terrestrial) o il DVBH (Digital Video Broadcasting - Handheld); si precisa che DVBH è il servizio TV per telefonia cellulare. Nelle seguenti figure, la curva rossa si riferisce al segnale TV mentre la curva blu rappresenta il rumore dello strumento.

Figura 23 → Piazzola Eventi

Figura 24 → Cancellò SRT

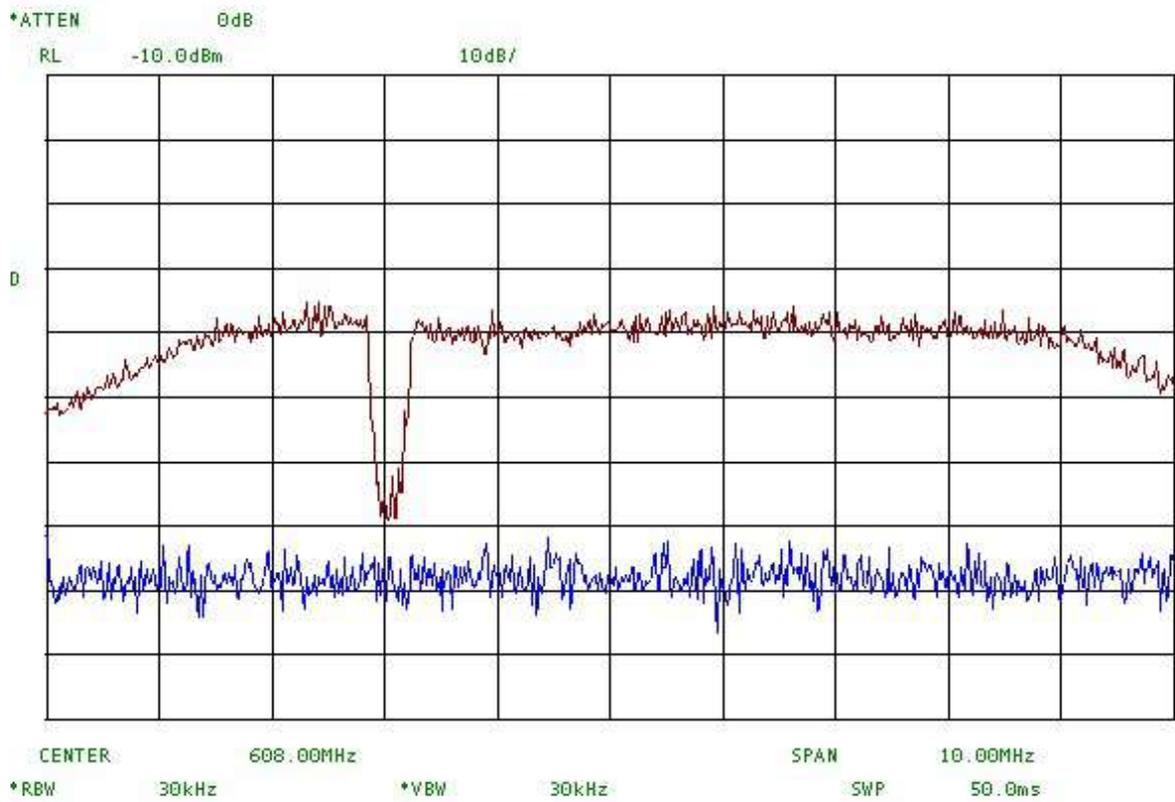
Figura 25 → Monte Ixi

Figura 26 → Piazzola 50 Hz



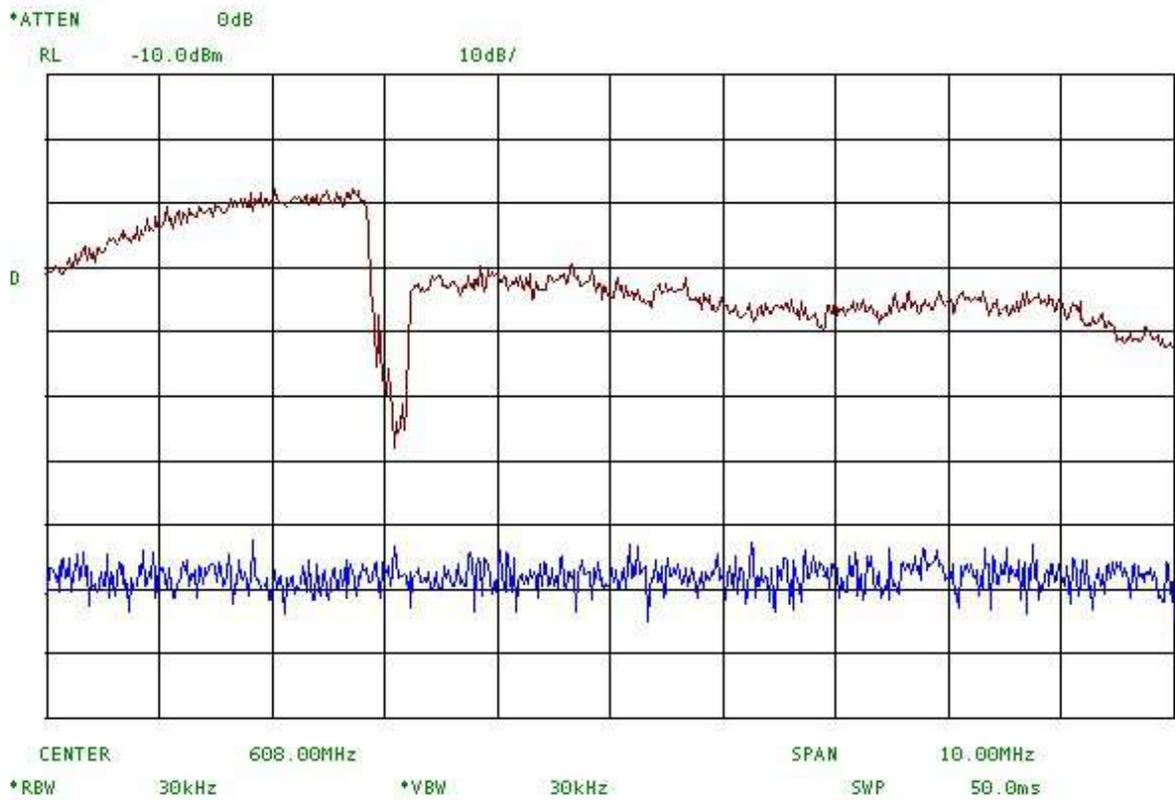
16.26 18/04/07 Piazzola Eventi #2 - Max hold su 360°

Figura 23



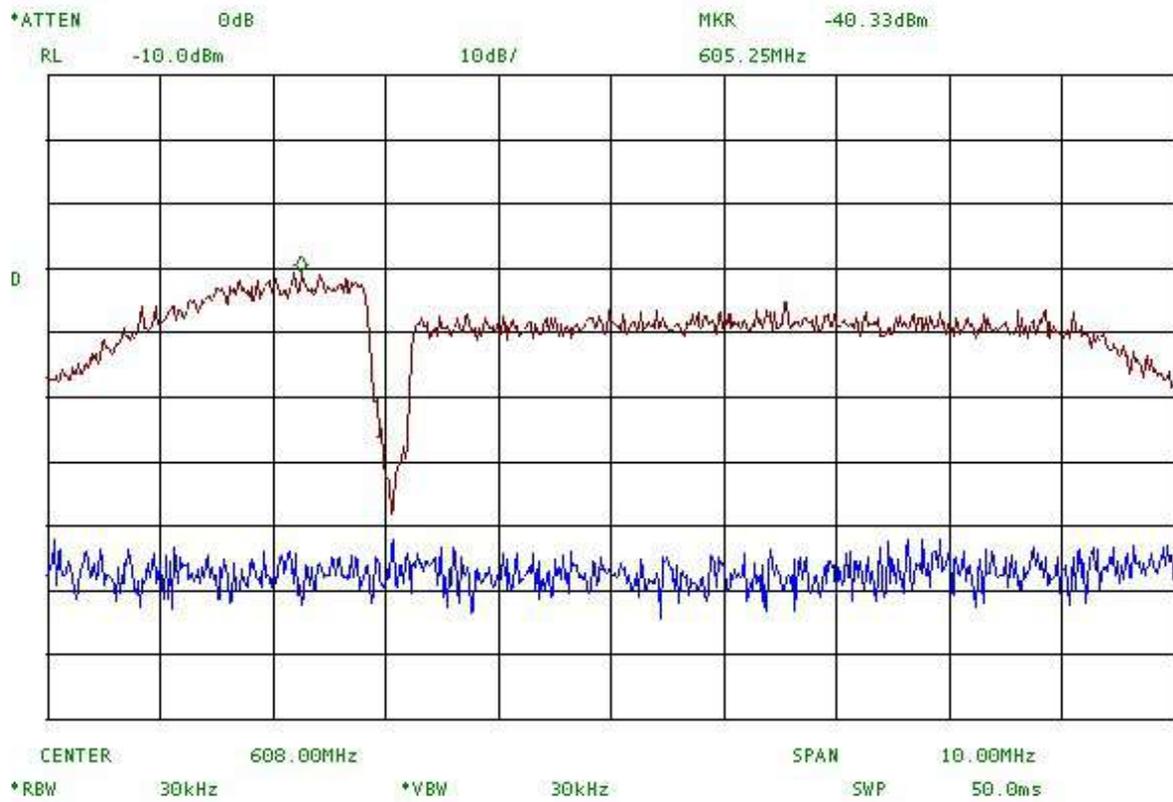
11.34 19/04/07 Cancellò SRT #2 - Max hold su 360°

Figura 24



16.30 19/04/07 M.te IXI #2 - Max hold su 360°

Figura 25



18.31 18/04/07 Piazzola 50 Hz #2 - Max hold su 360°

Figura 26

A.3 Banda 1-2 GHz

Si conferma la presenza della critica situazione nella parte inferiore della banda “L”, dovuta a forti emissioni impulsive (1260 – 1280 – 1294 – 1327 – 1342 – 1350 e probabilmente anche 1381 MHz), e analogamente nella parte superiore a causa della telefonia mobile GSM 2 (sia apparato portatile sia Stazione Radio Base (SRB) “fisso”, vedi più avanti per ulteriori chiarimenti).

Da segnalare la presenza di una consistente emissione a 1519 MHz (WFM TV, Wide Frequency Modulated TV) (Fig. 29). Inoltre altre emissioni, seppur con minor ampiezza, sono riscontrabili sempre nella parte centrale della banda passante del ricevitore: 1550 – 1630 – 1670 MHz.

Un ipotetico utilizzo esteso della banda dovrebbe fortemente reiettare i limiti 1350 MHz (emissioni impulsive) e 1710 MHz (telefonia mobile). Si fa notare come il limite superiore di 1710 MHz potrebbe essere innalzato fino a 1830 MHz nel caso in cui si precludesse l'utilizzo dei telefoni mobili GSM 2 dalla stazione osservativa. Risulta ad oggi che la banda della telefonia mobile GSM 2 sia così suddivisa: 1710 – 1830 MHz trasmissione/ricezione apparato portatile e 1830 – 1900 MHz trasmissione/ricezione Stazione Radio Base.

Come già accennato nel paragrafo 1, si conferma la presenza in banda R.A. di un Ponte Radio a 1420 MHz (WFM TV) nella tratta Monte Serpeddi (CA) – Badde Urbana (OR) (tracciato in Fig. 37).

Emissioni impulsive sono mostrate in Fig. 35.

Si segnala infine che la Fig. 33 osservata dal Monte Ixi mostra 4 emissioni (link emittenti radiofoniche FM) in banda radio astronomica 1660-1670 MHz, due delle quali si è individuato essere relative a:

- emittente “RADIO POTENZA CENTRALE” alla frequenza 1668.3 MHz proveniente da dir. 070° (probabilmente dalla penisola, non dal territorio sardo).
- emittente “RADIO CALARITANA” alla frequenza 1667.7 MHz proveniente da dir. 200° (probabilmente da Monte Serpeddi).

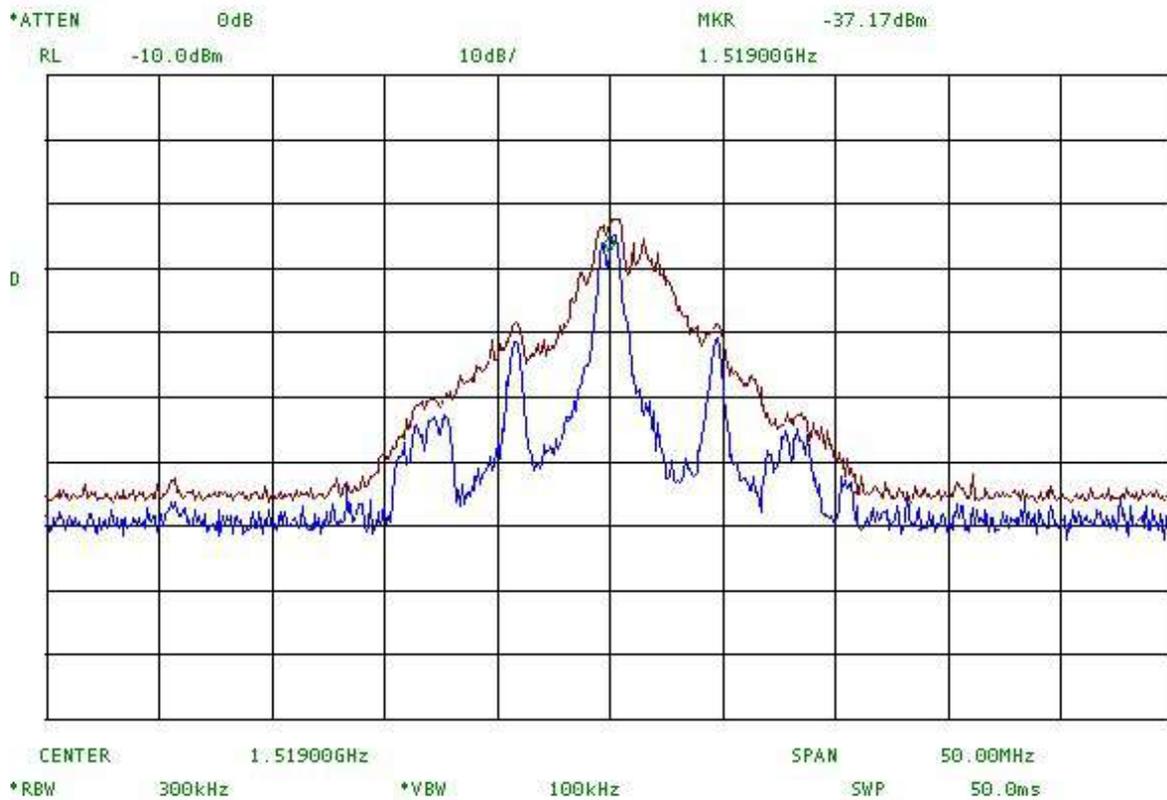
Da Figura 27 a Figura 28 → Piazzola Eventi

Da Figura 29 a Figura 30 → Canello SRT

Da Figura 31 a Figura 33 → Monte Ixi

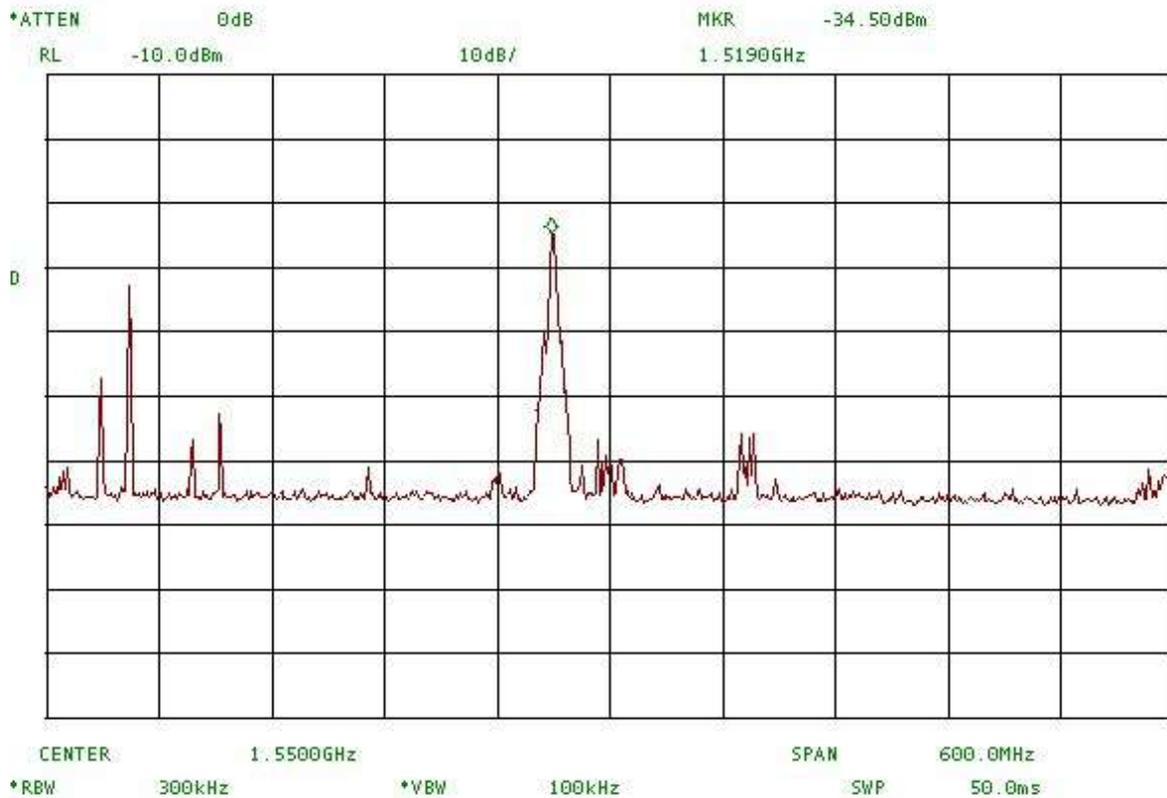
Da Figura 34 a Figura 36 → Piazzola 50 Hz

Figura 37 → Strada per Colonia



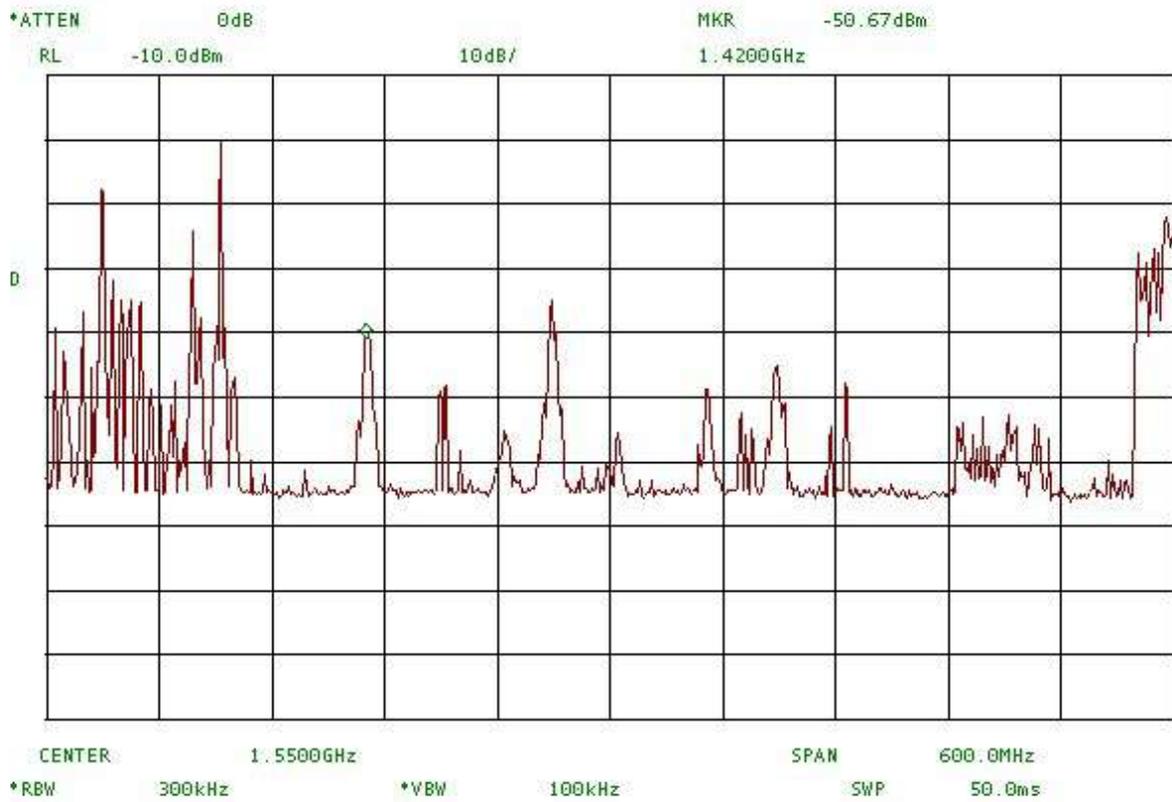
11.39 19/04/07 Cancellò SRT #3a modificata - WFMTV - Dir. 315° circa

Figura 29



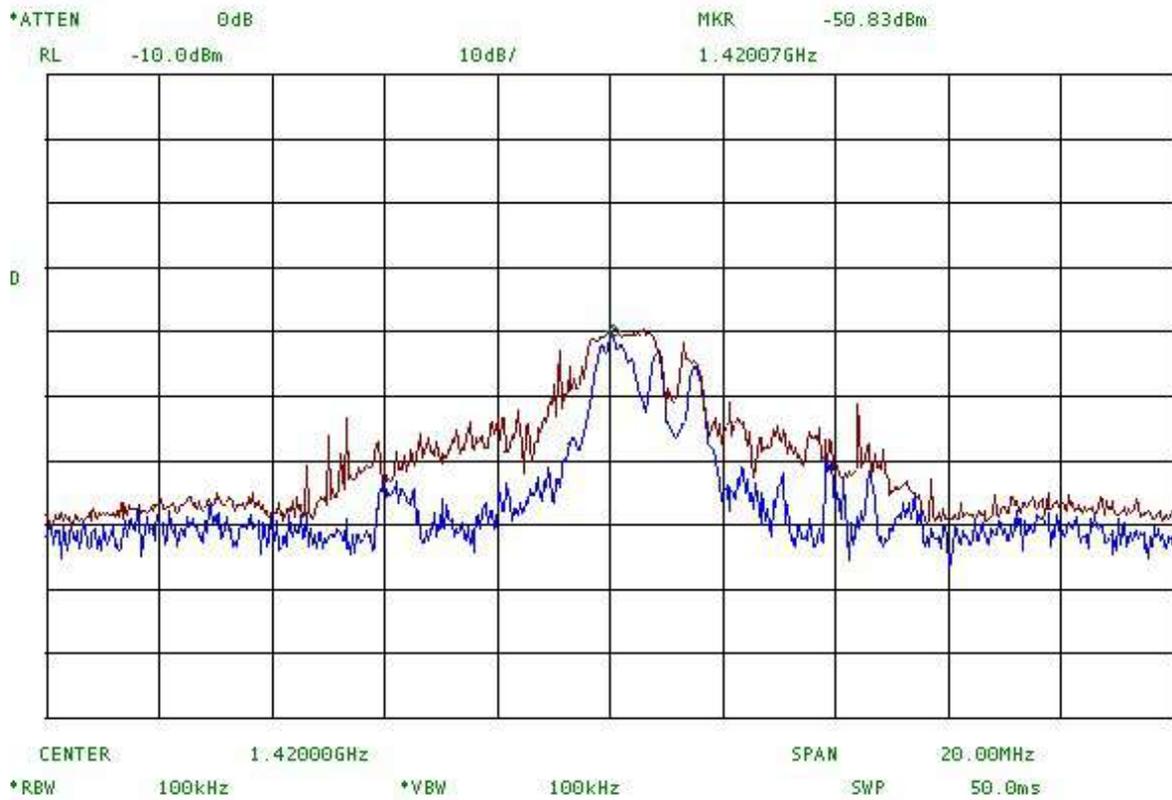
11.48 19/04/07 Cancellò SRT #3a - Max hold su 360°

Figura 30



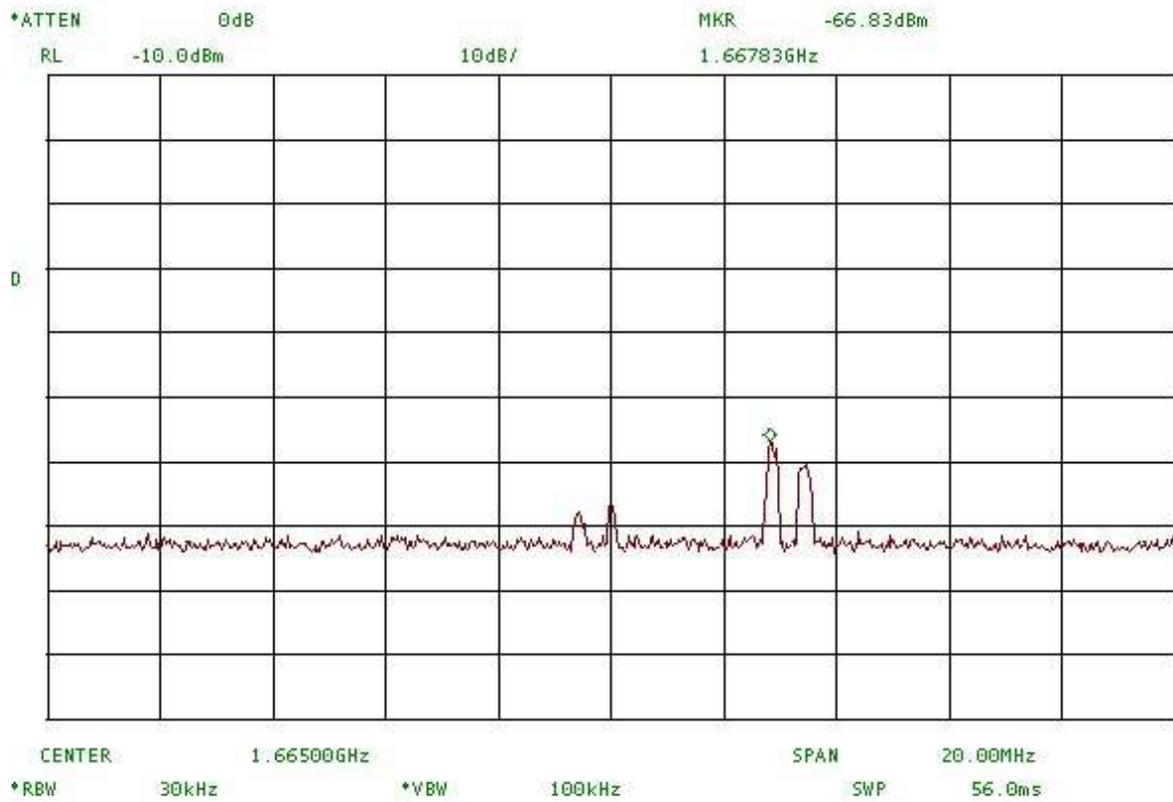
16.07 19/04/07 M.te IXI #3a - Max hold su 360°

Figura 31



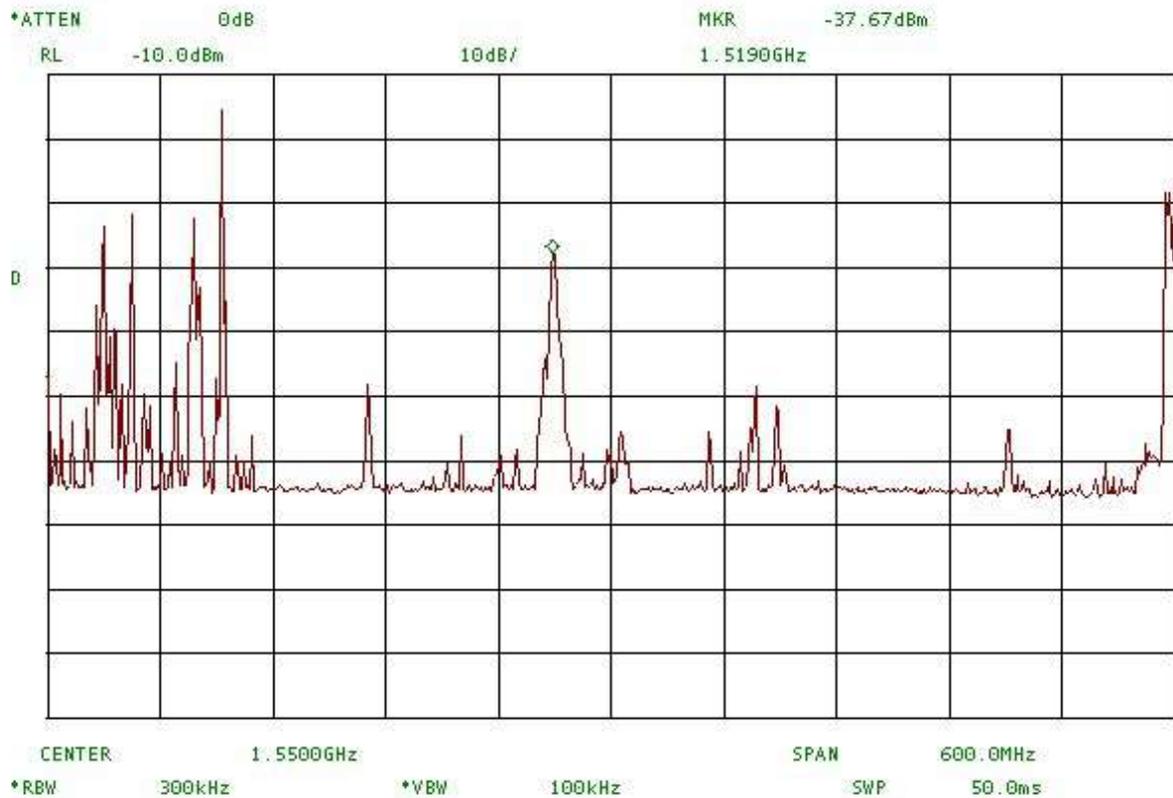
16.09 19/04/07 M.te IXI #3a modificato - Max hold con dir. 170° circa

Figura 32



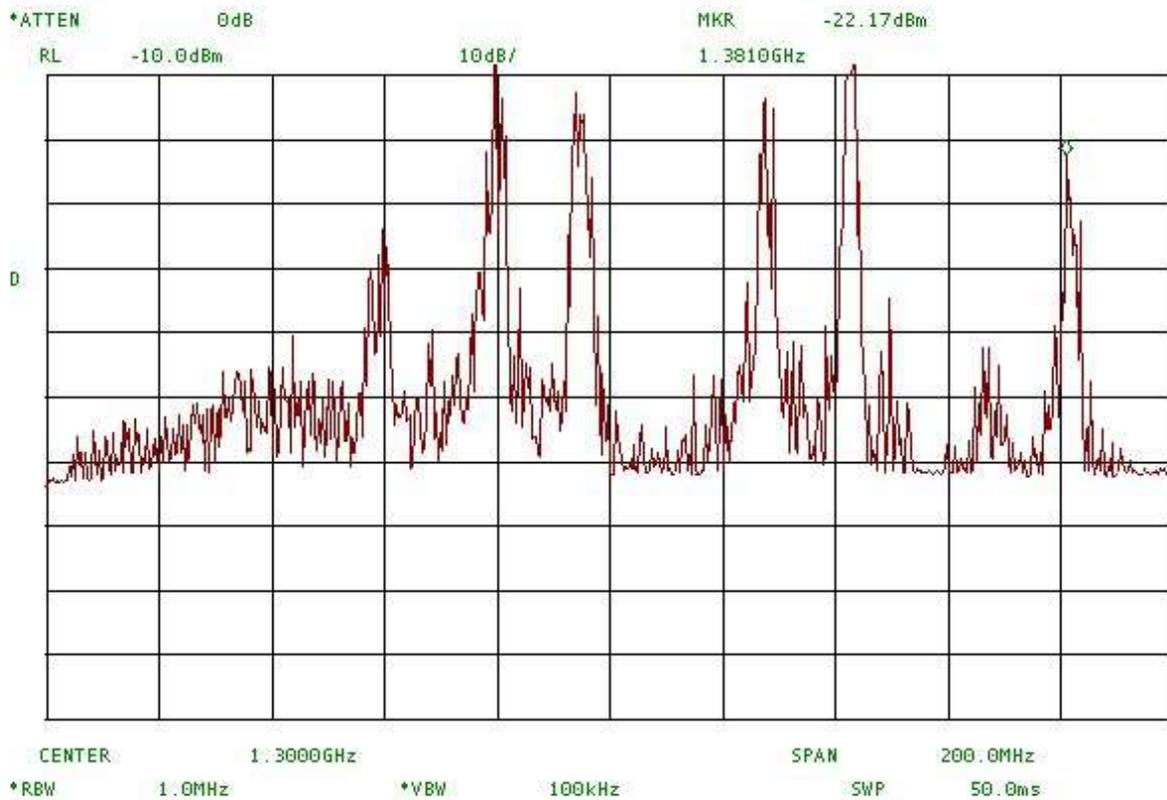
16.19 19/04/07 M.te IXI #3a modificato - Max hold su 360°

Figura 33



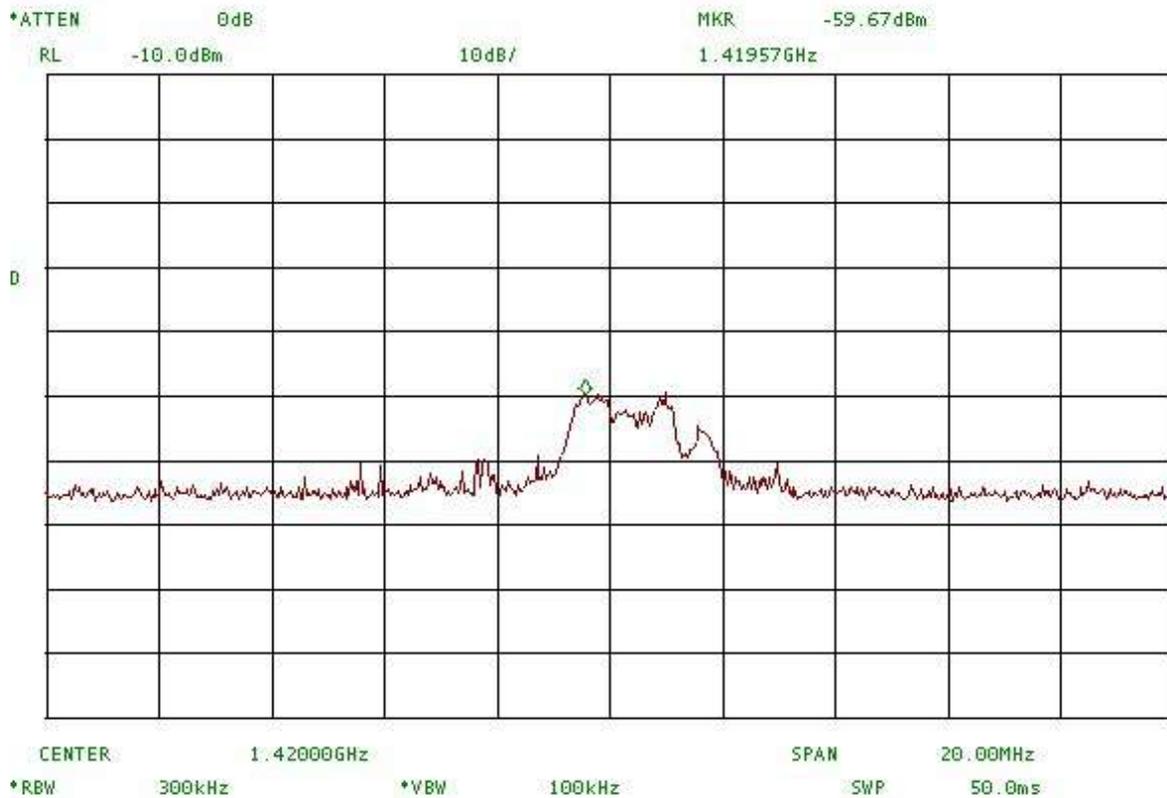
18.32 18/04/07 Piazzola 50 Hz #3a - Max hold su 360°

Figura 34



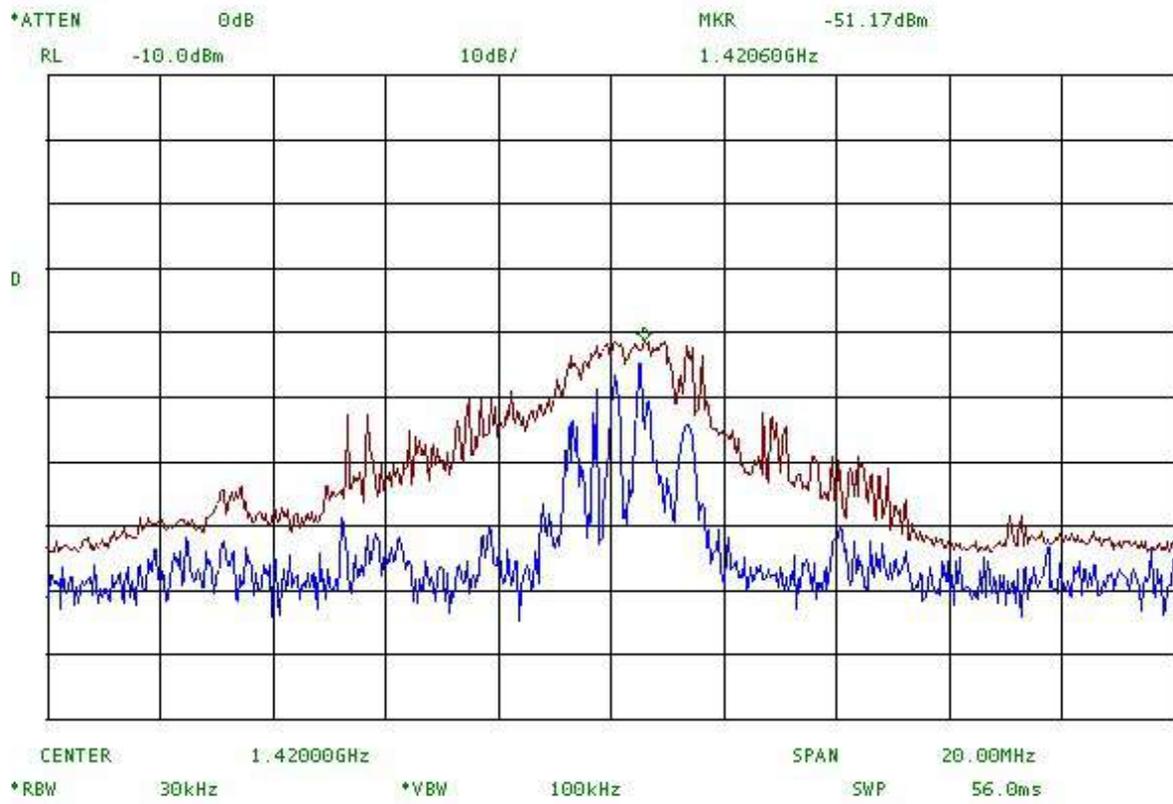
10.28 19/04/07 Piazzola 50 Hz #3a modificato - Max hold dir. varie - Emissioni impulsive

Figura 35



10.38 19/04/07 Piazzola 50 Hz #3a modificato - Max hold con dir. 290° sospetta riflessione

Figura 36



12.23 20/04/07 Strada accesso Colonia alpina - WFMTV Italia 1 - Dir. 155°

Figura 37

A.4 Banda 2-4 GHz

Nella banda da 2 a 4 GHz, le emissioni più forti si confermano ancora di tipo impulsivo (2720-2840 MHz e con intensità minore anche 3045 e probabilmente anche 3476 MHz), a cui si aggiunge una consistente emissione a 2510 MHz (WFM TV).

Ovviamente è ben rilevabile la rete di telefonia UMTS (attorno a 2150 MHz) ed altre emissioni, alcune delle quali non escluso di natura locale. La Fig. 47 mostra, per esempio, ad inizio spettro parte della banda GSM 2, in centro quella UMTS, oltre ad una consistente serie di link analogici e digitali in una delle bande adibite per questo uso.

Da Figura 38 a Figura 41 → Piazzola Eventi

Da Figura 42 a Figura 45 → Canello SRT

Da Figura 46 a Figura 49 → Monte Ixi

Da Figura 50 a Figura 53 → Piazzola 50 Hz

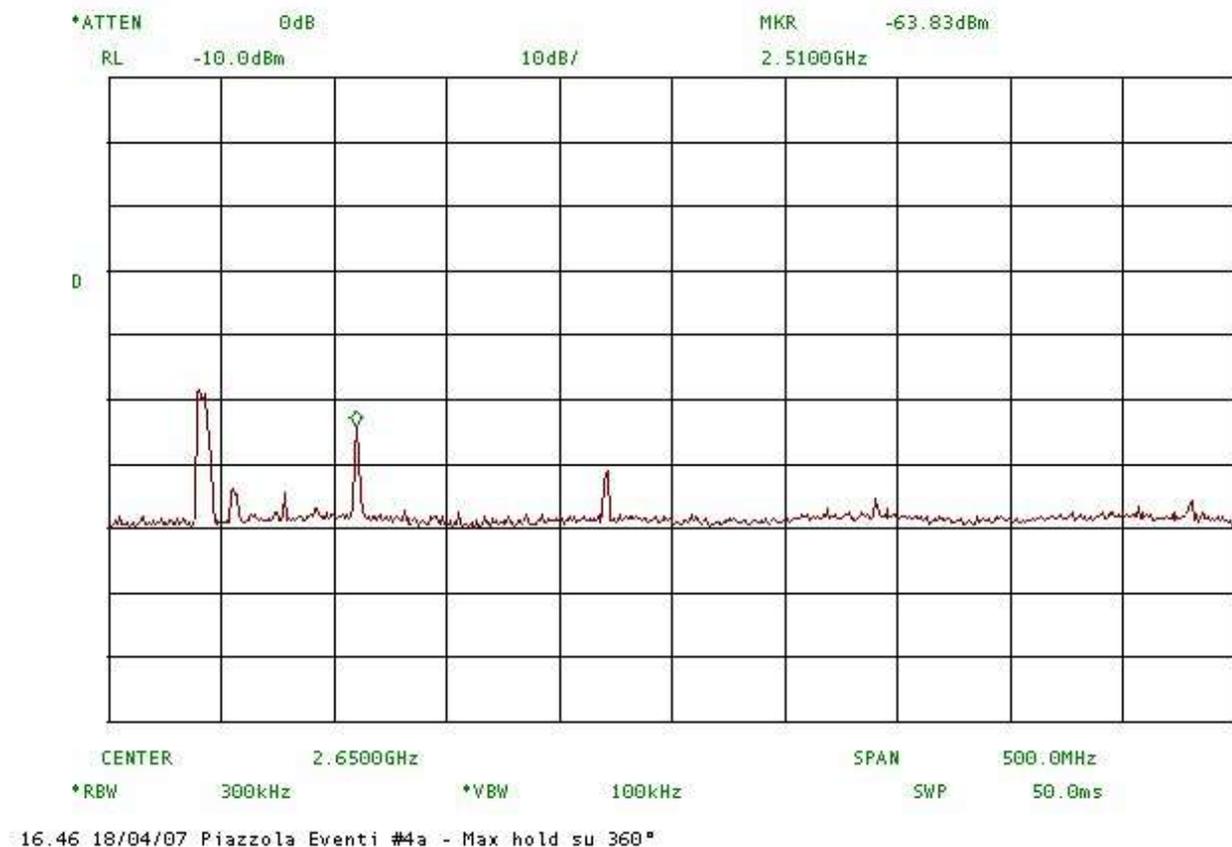
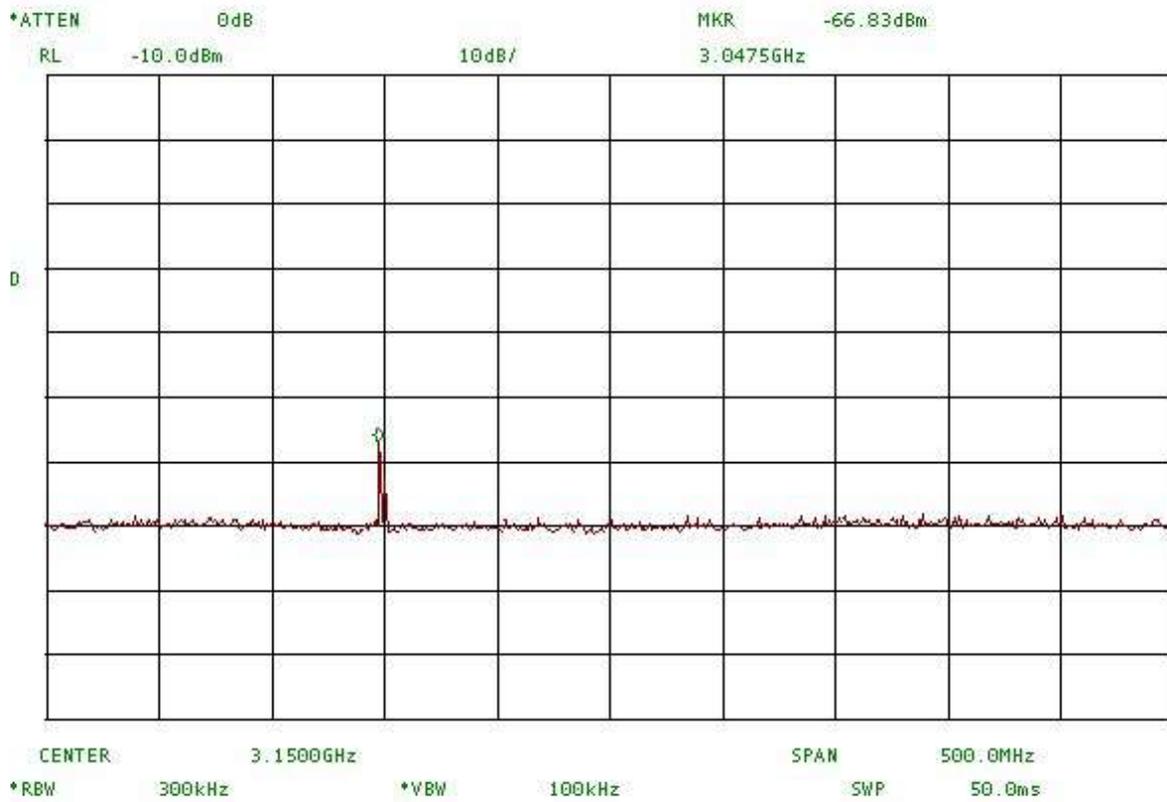
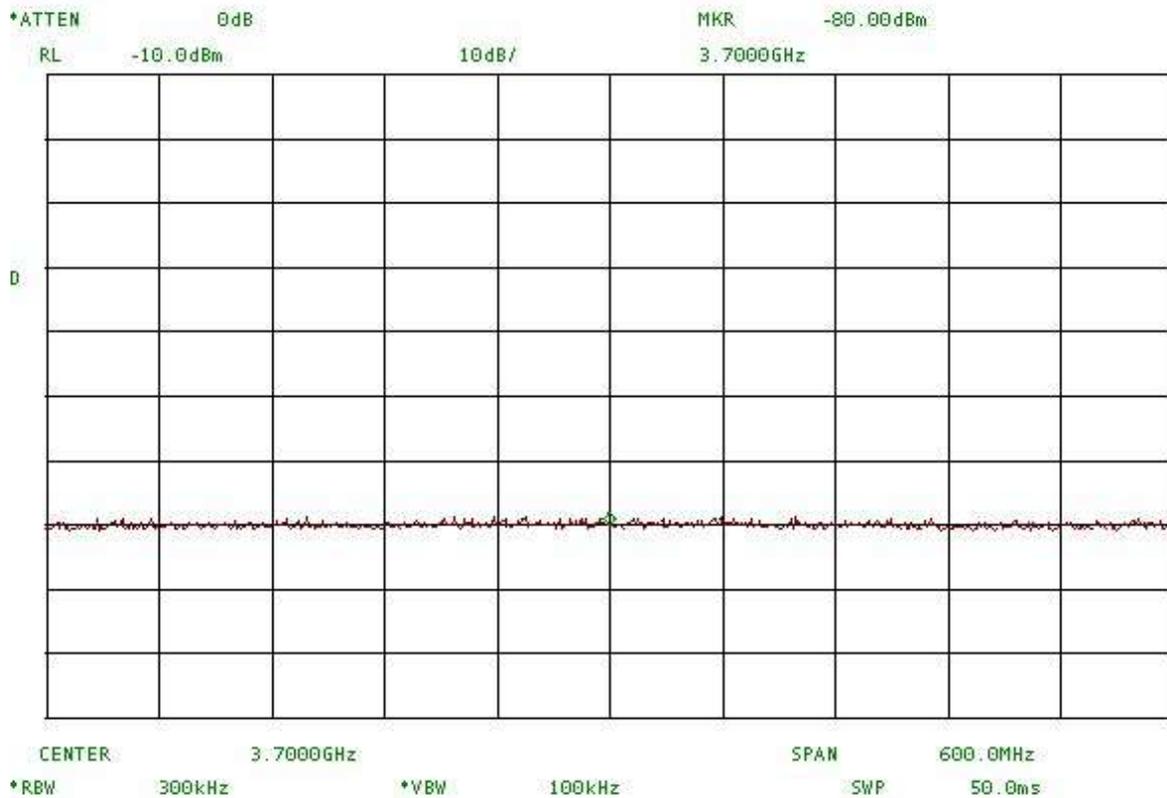


Figura 38



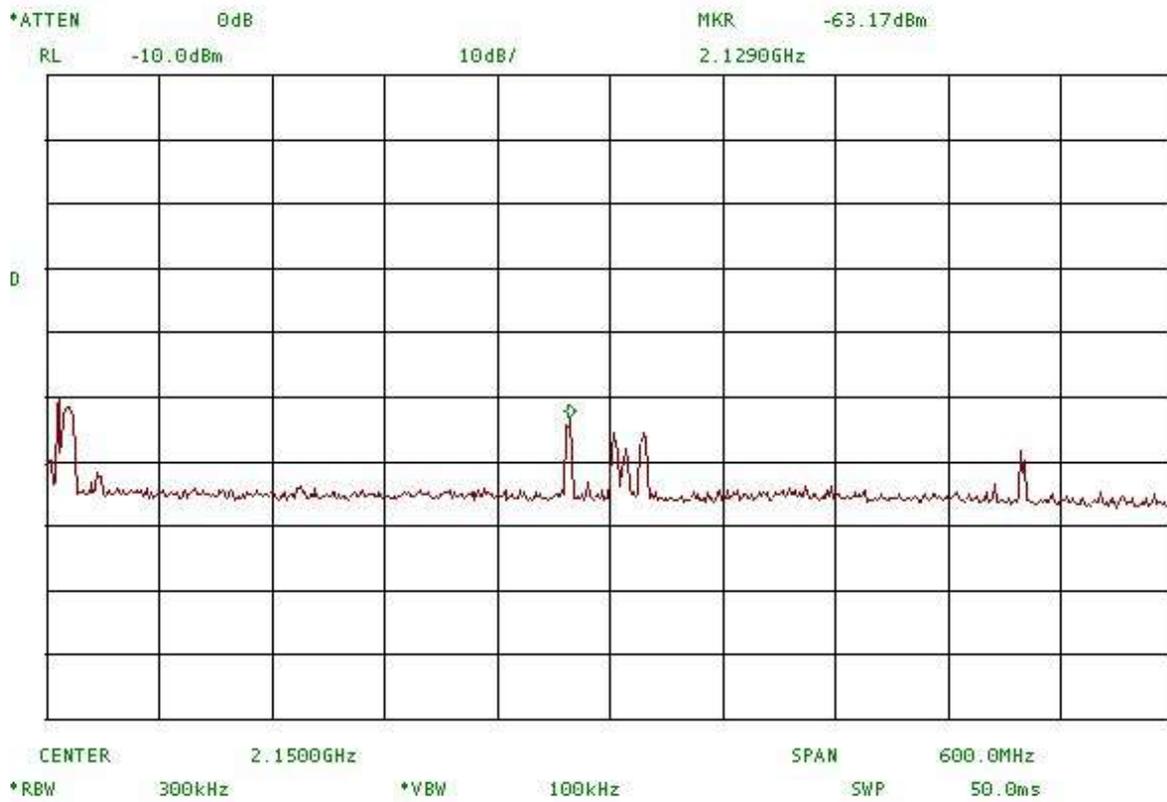
16.49 18/04/07 Piazzola Eventi #4b - Max hold su 360°

Figura 39



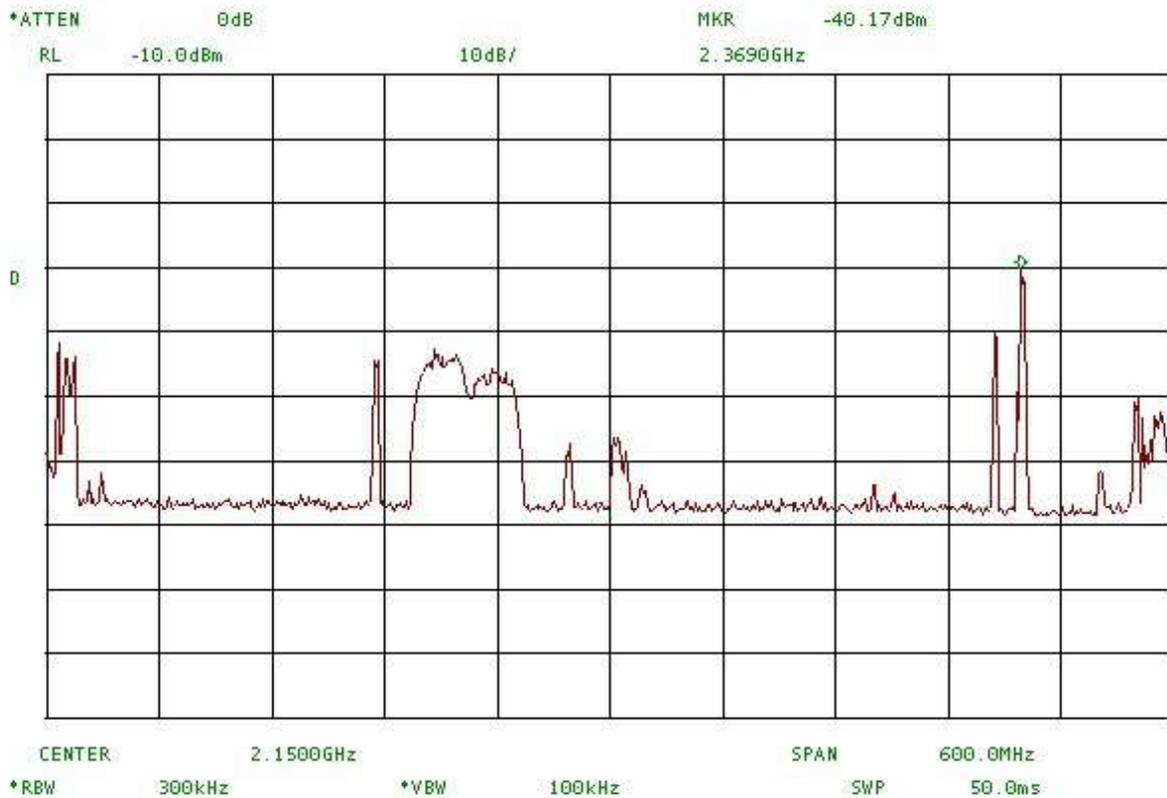
16.52 18/04/07 Piazzola Eventi #5 - Max hold su 360°

Figura 40



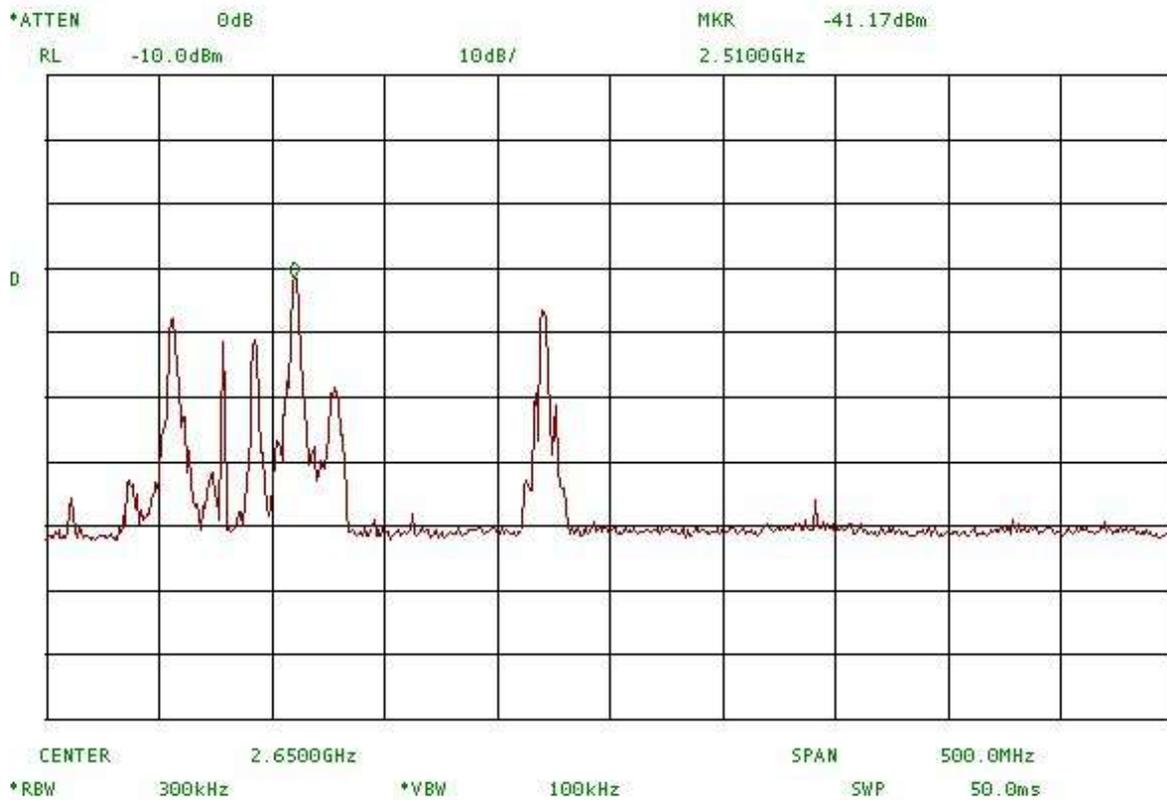
16.43 18/04/07 Piazzola Eventi #3b - Max hold su 360°

Figura 41



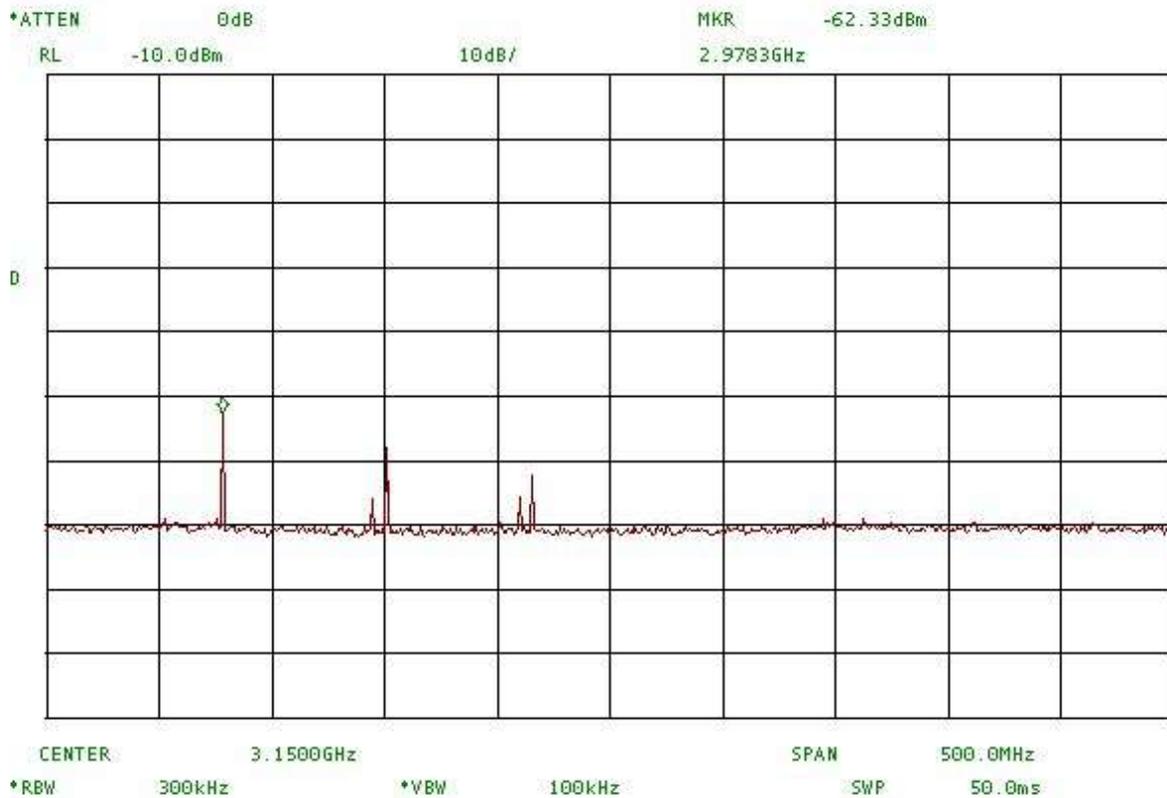
11.50 19/04/07 Canello SRT #3b - Max hold su 360°

Figura 42



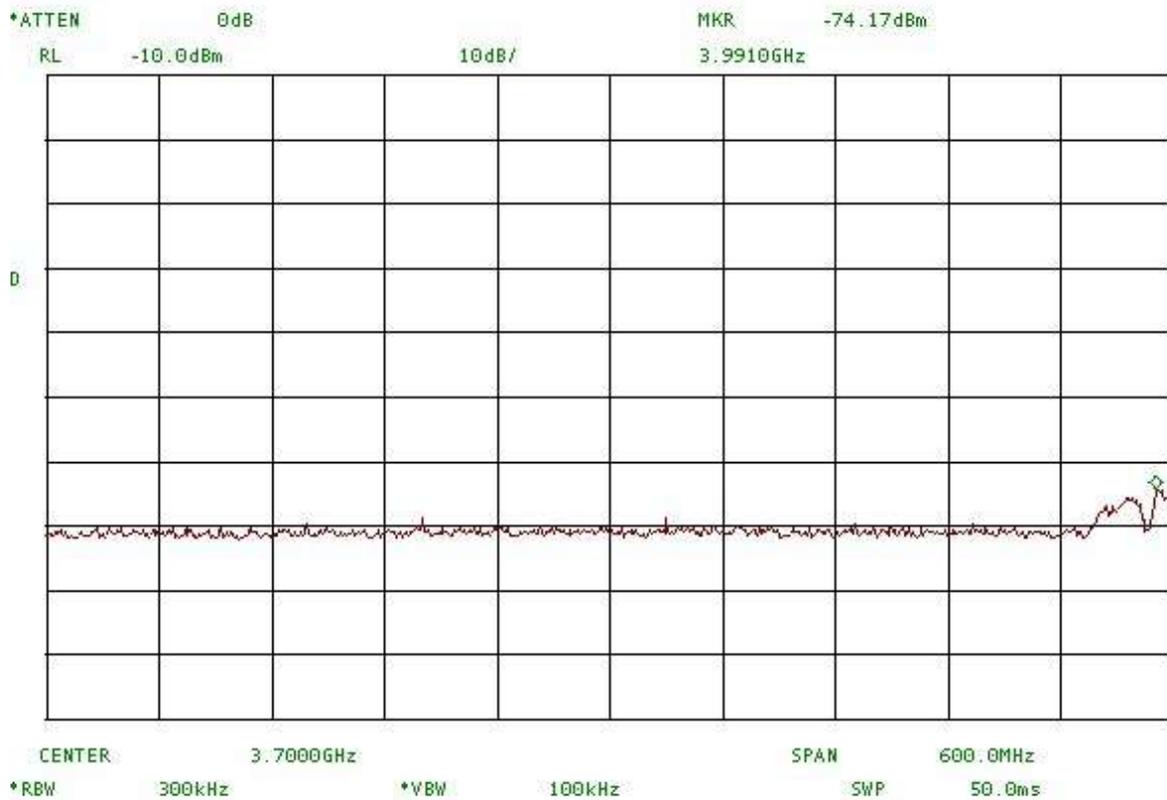
11.53 19/04/07 Cancellò SRT #4a - Max hold su 360°

Figura 43



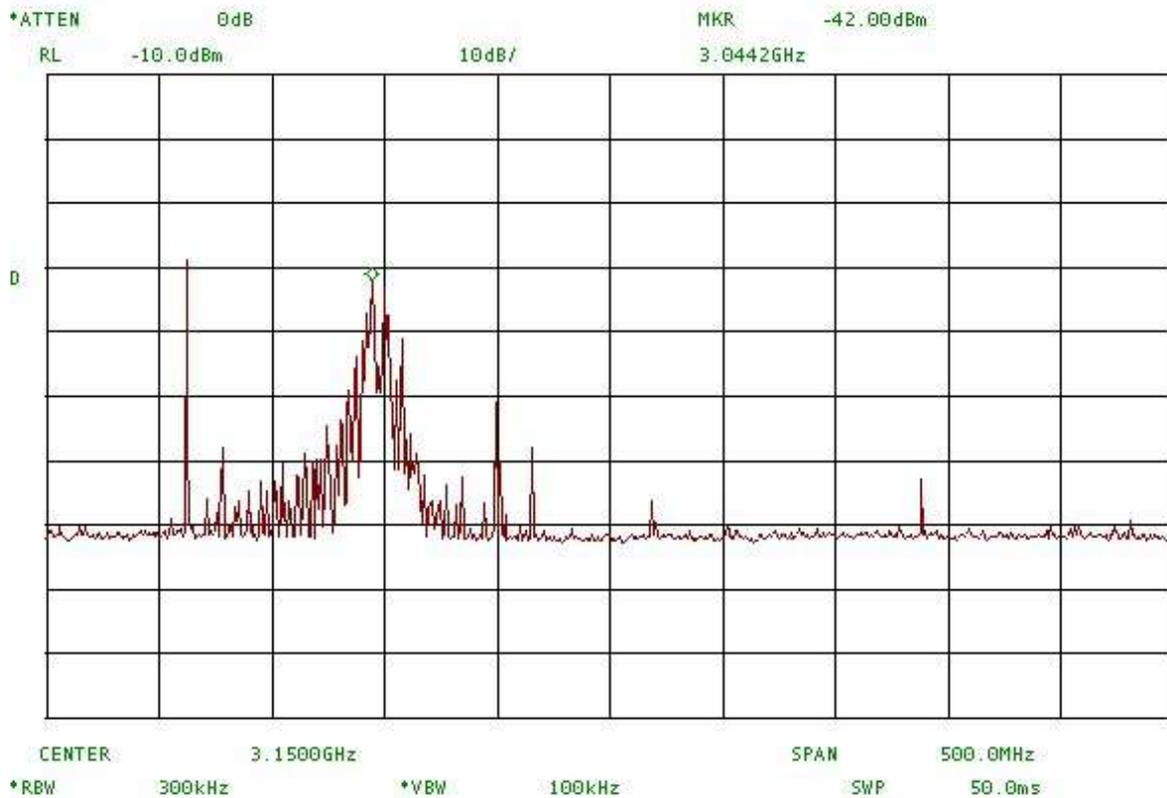
12.04 19/04/07 Cancellò SRT #4b - Max hold su 360°

Figura 44



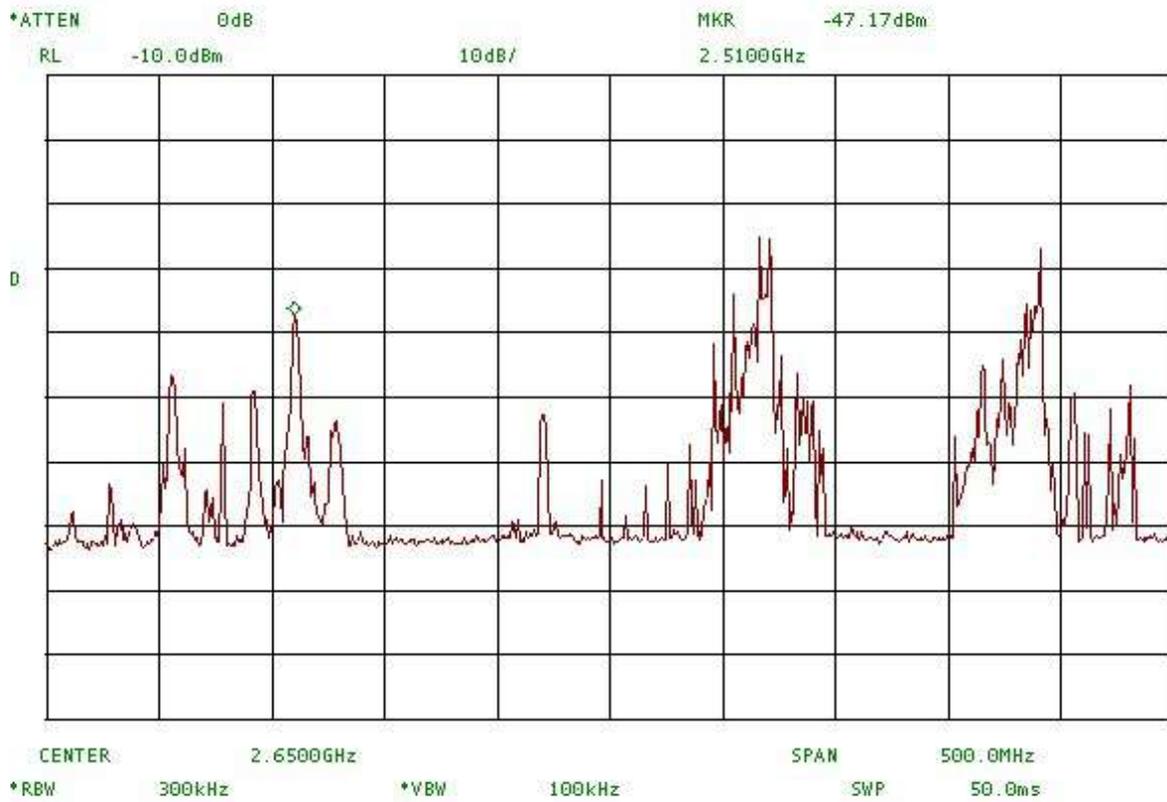
12.05 19/04/07 Cancellò SRT #5 - Max hold su 360°

Figura 45



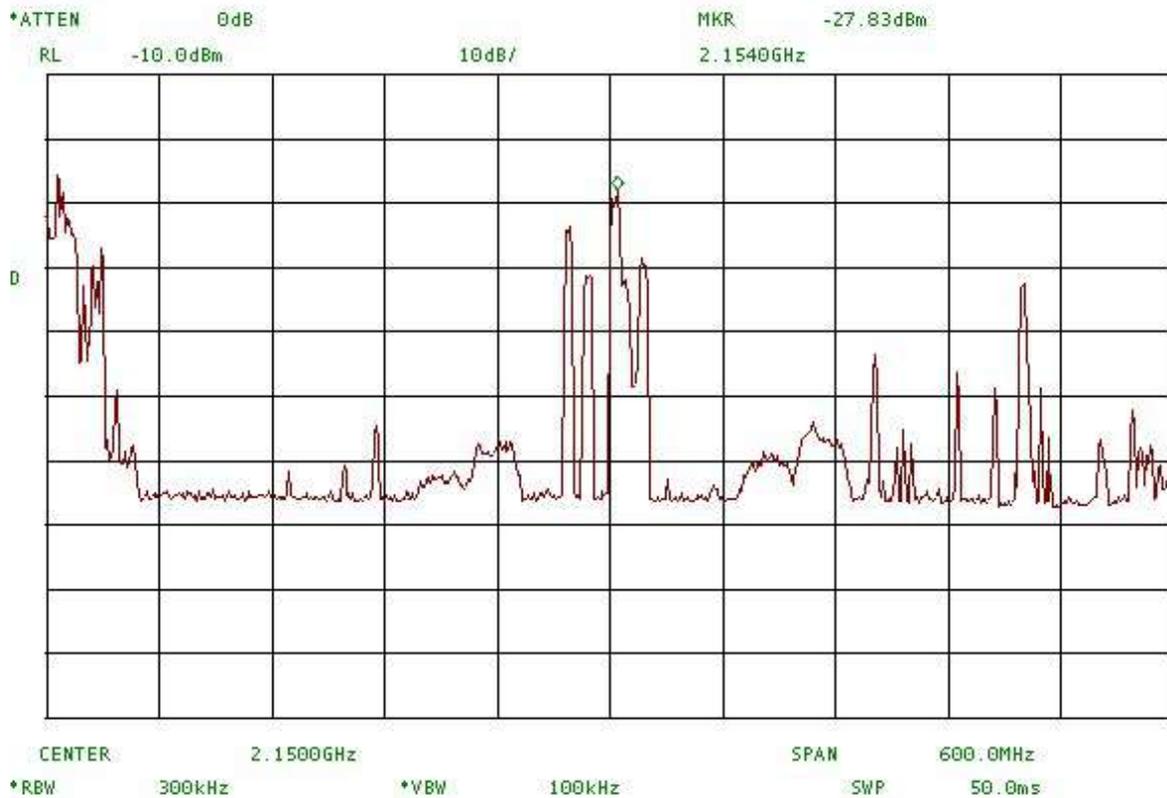
15.54 19/04/07 M.te IXI #4b - Max hold su 360°

Figura 46



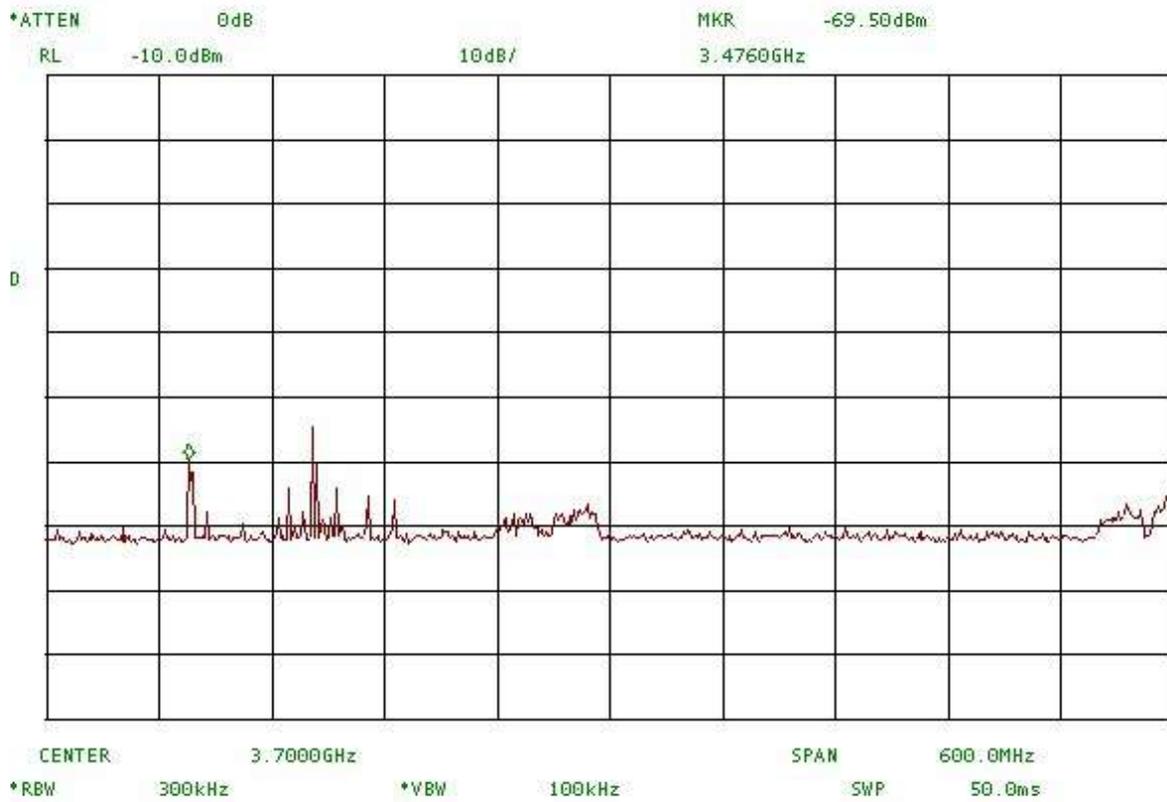
15.59 19/04/07 M.te IXI #4a - Max hold su 360°

Figura 47



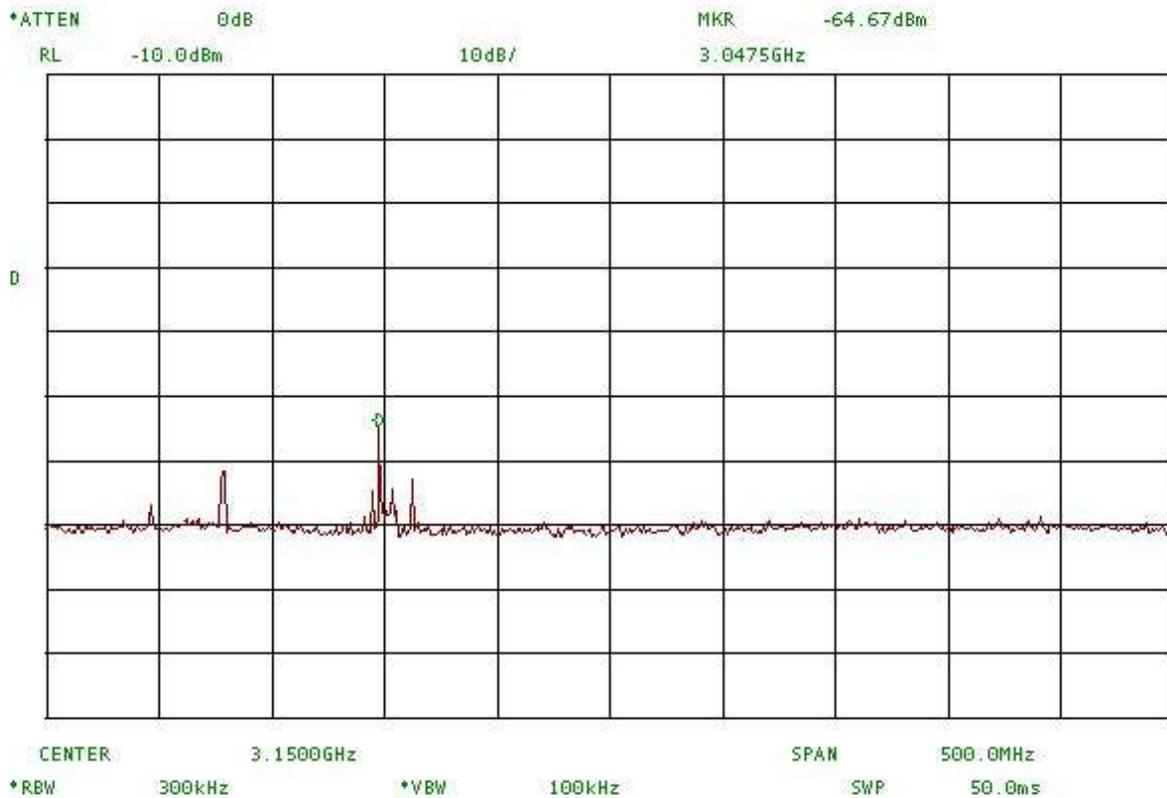
16.06 19/04/07 M.te IXI #3b - Max hold su 360°

Figura 48



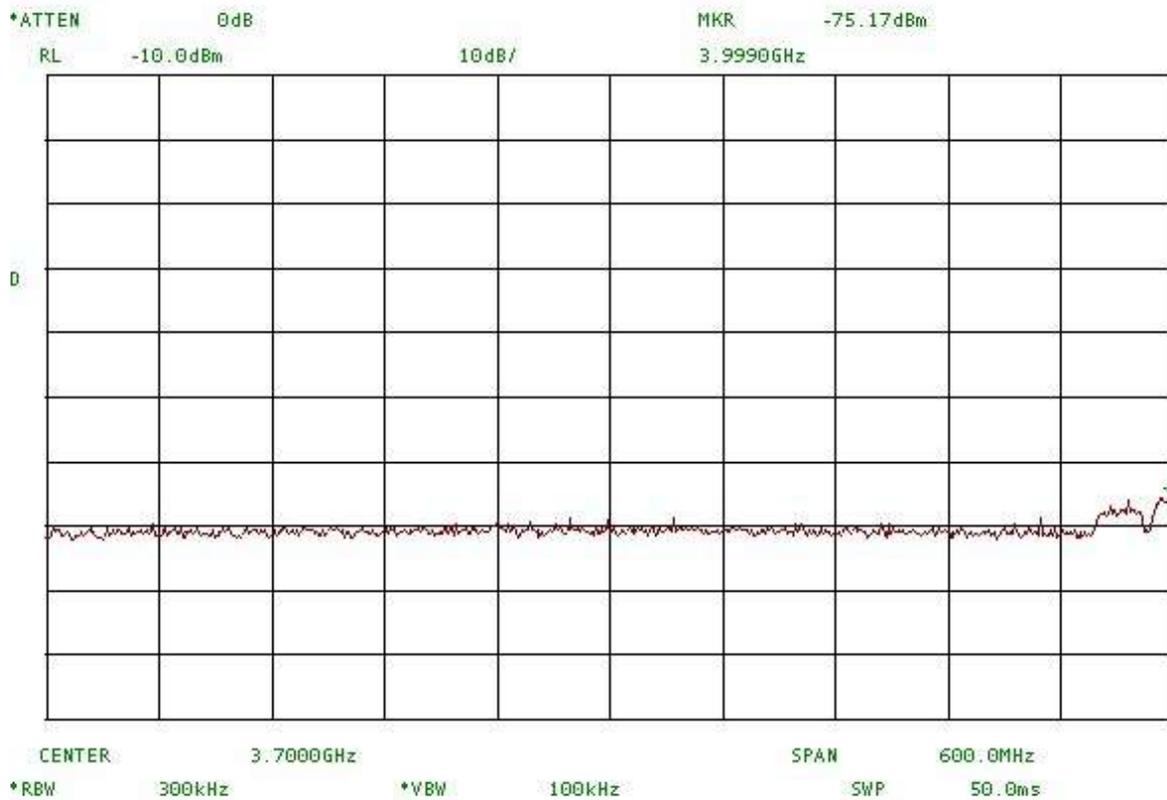
15.53 19/04/07 M.te IXI #5 - Max hold su 360°

Figura 49



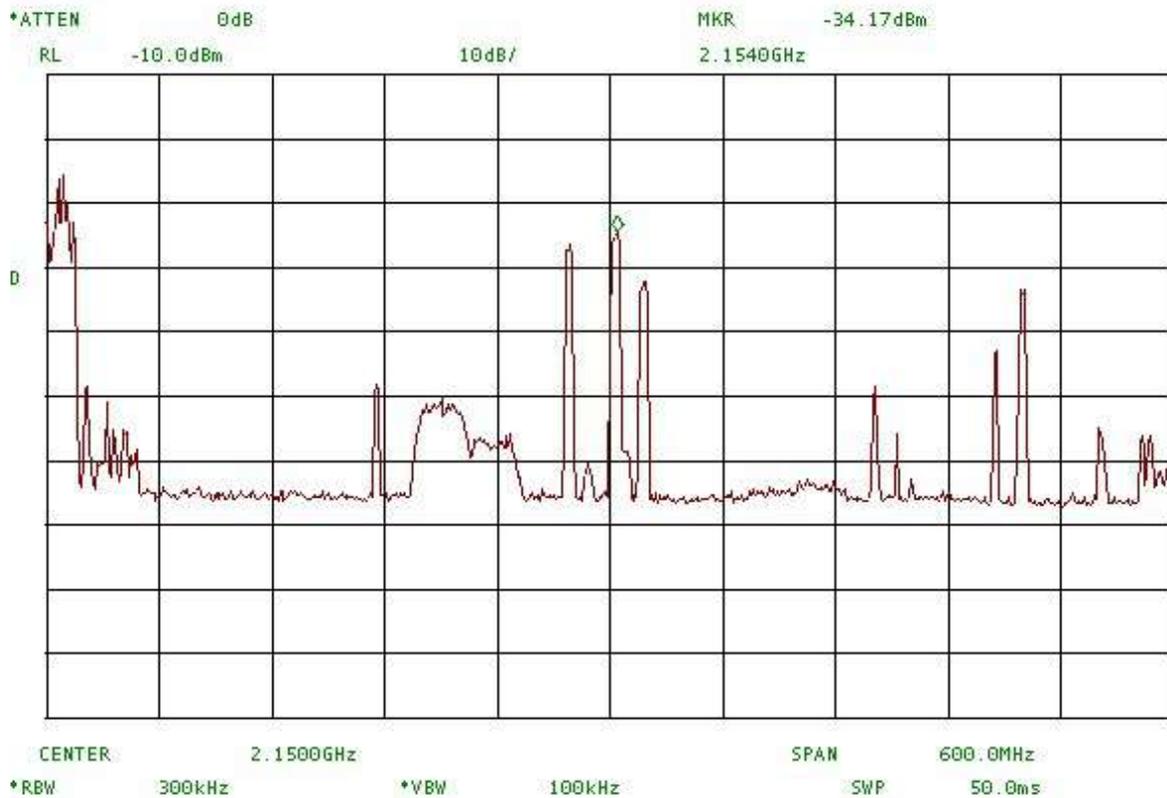
18.41 18/04/07 Piazzola 50 Hz #4b - Max hold su 360°

Figura 50



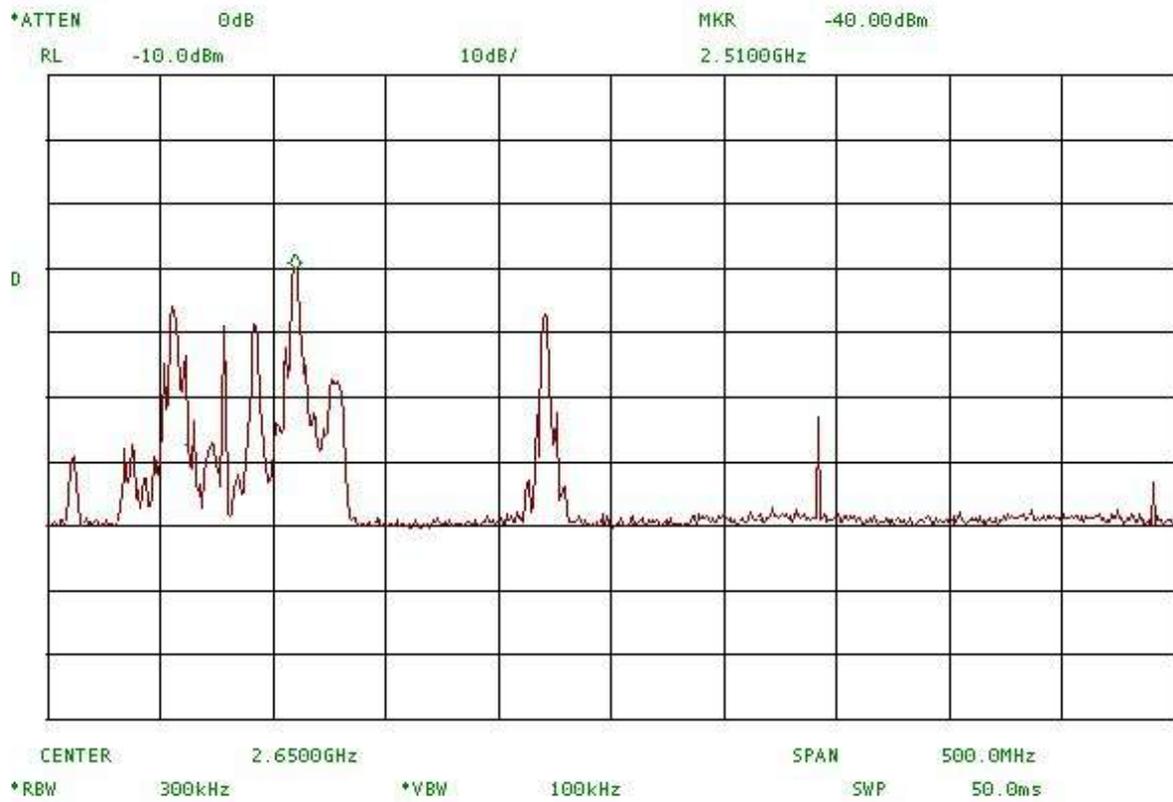
18.42 18/04/07 Piazzola 50 Hz #5 - Max hold su 360°

Figura 51



18.37 18/04/07 Piazzola 50 Hz #3b - Max hold su 360°

Figura 52



18.39 18/04/07 Piazzola 50 Hz #4a - Max hold su 360°

Figura 53

A.5 Banda 4-11 GHz

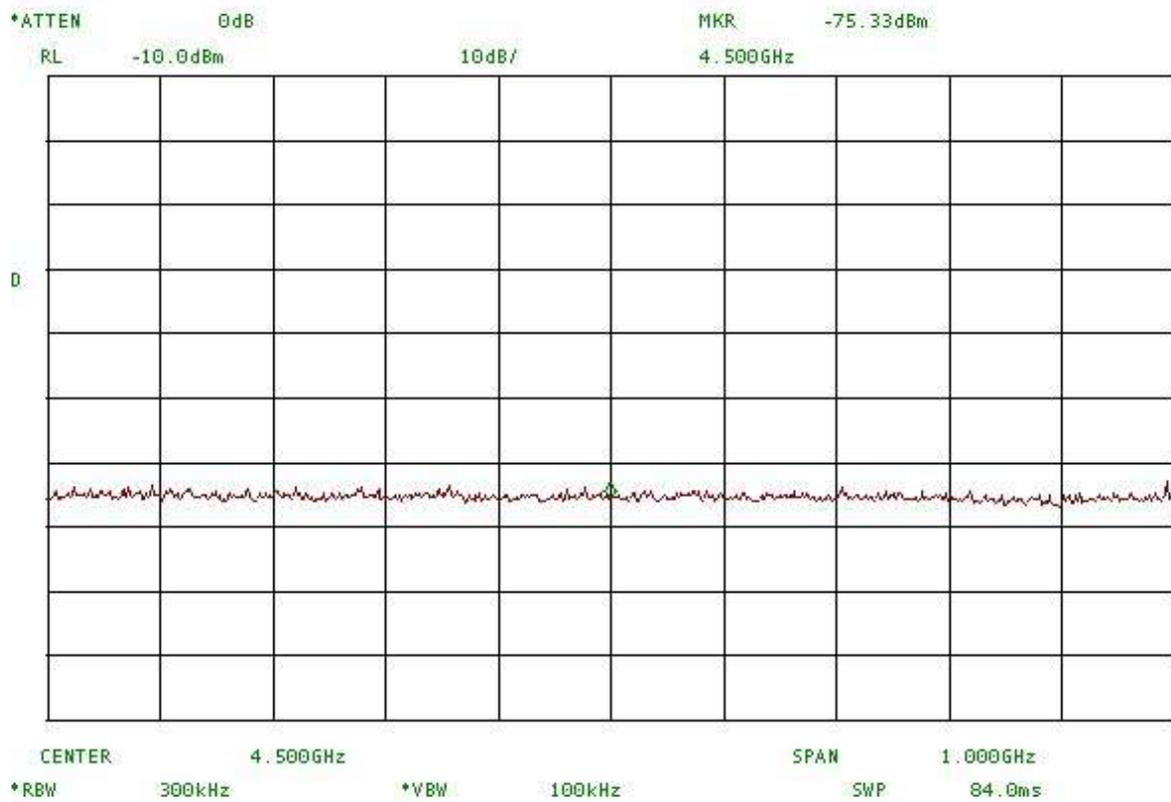
Nelle ulteriori bande monitorate, fino a 11.3 GHz, si segnalano le emissioni a 5893 – 8175 MHz (digitale) ed anche a 6025 MHz.

Da Figura 54 a Figura 58 → Piazzola Eventi

Da Figura 59 a Figura 63 → Cancellò SRT

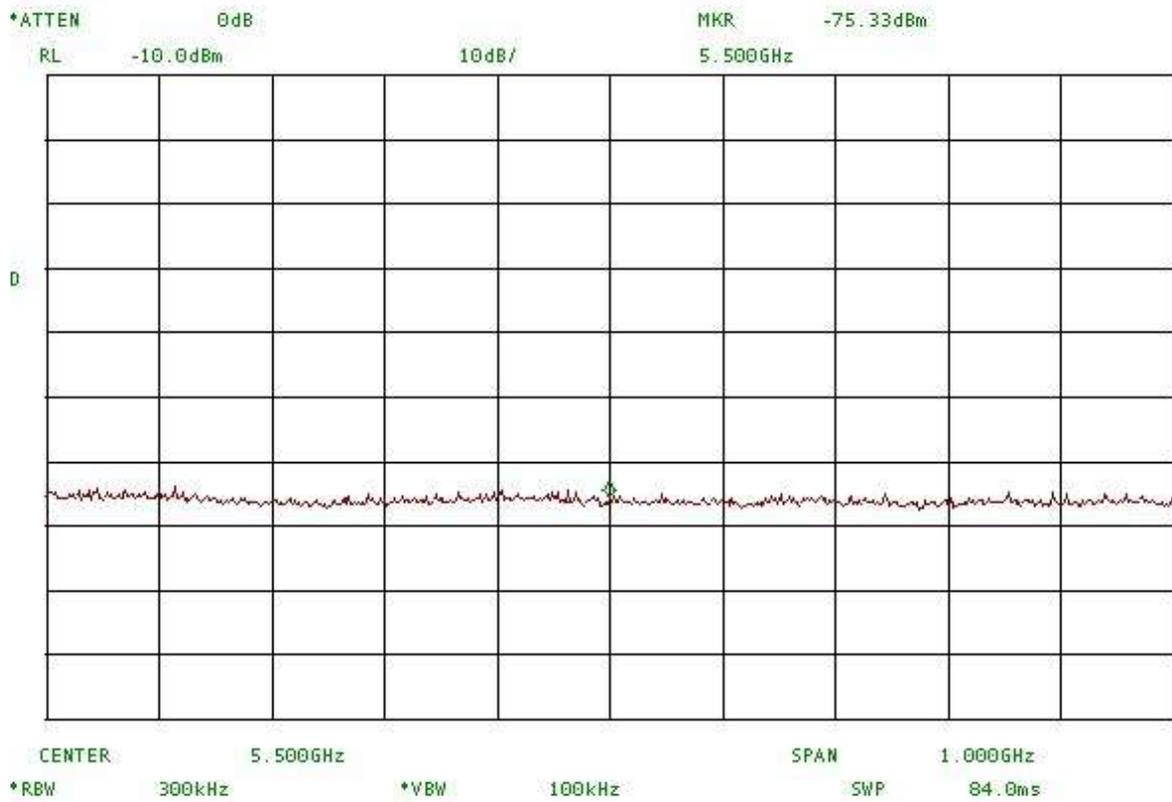
Da Figura 64 a Figura 68 → Monte Ixi

Da Figura 69 a Figura 73 → Piazzola 50 Hz



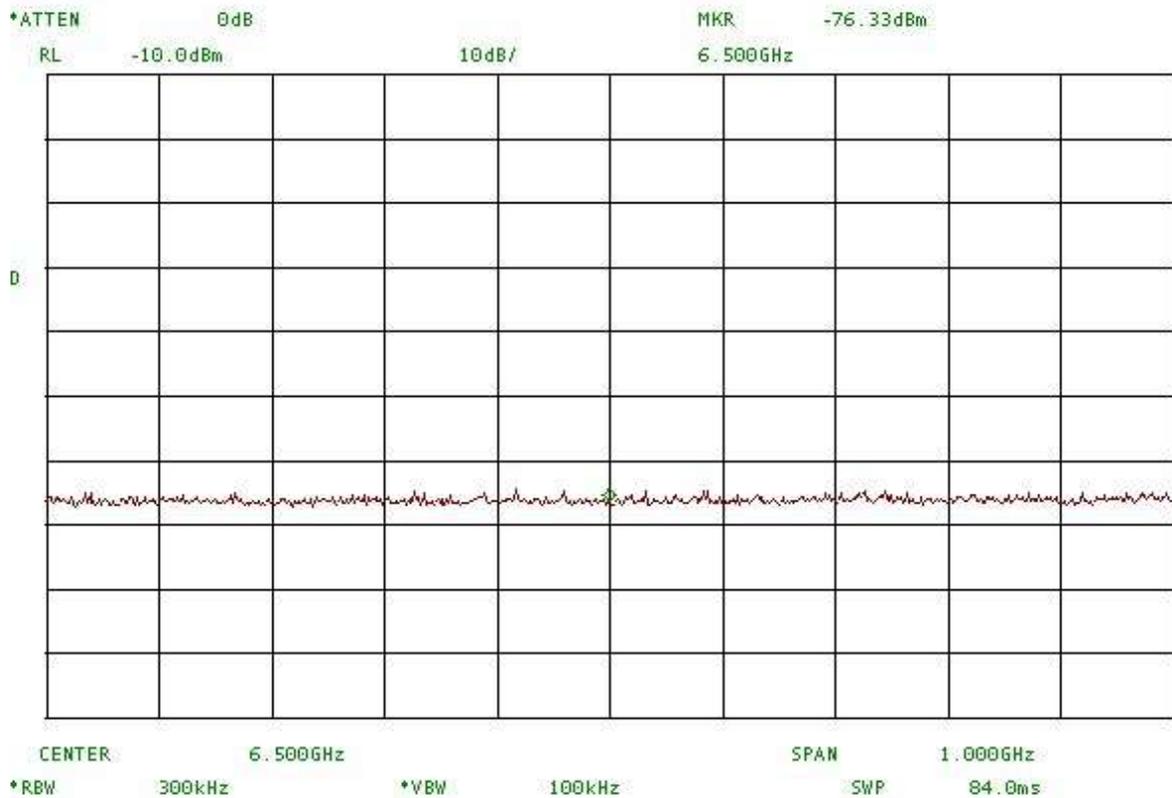
16.54 18/04/07 Piazzola Eventi #6a - Max hold su 360°

Figura 54



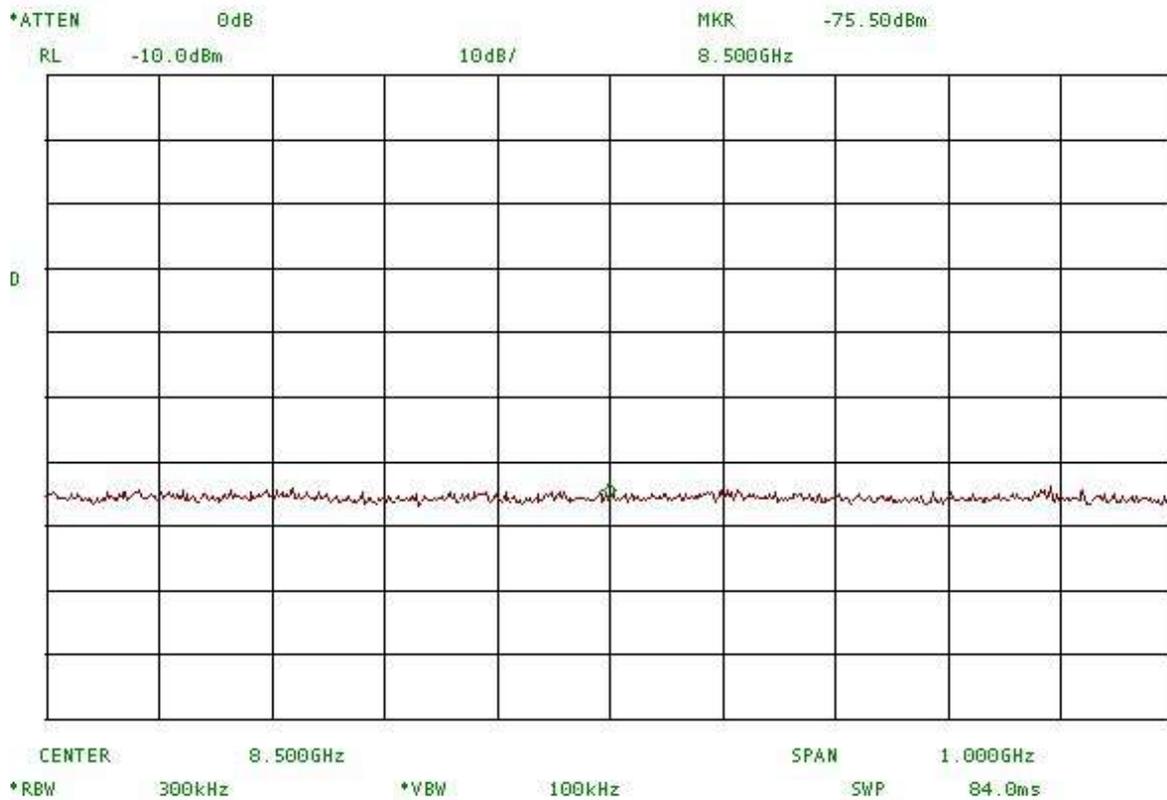
16.56 18/04/07 Piazzola Eventi #6b - Max hold su 360°

Figura 55



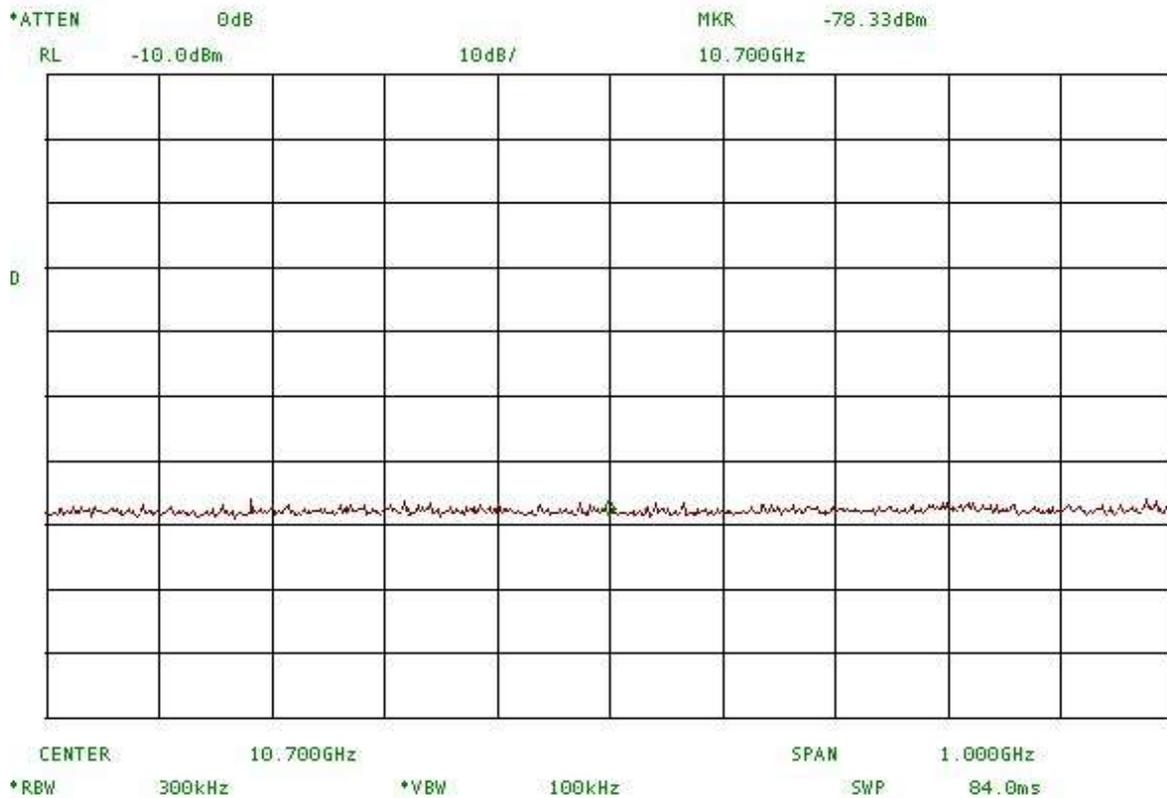
16.57 18/04/07 Piazzola Eventi #6c - Max hold su 360°

Figura 56



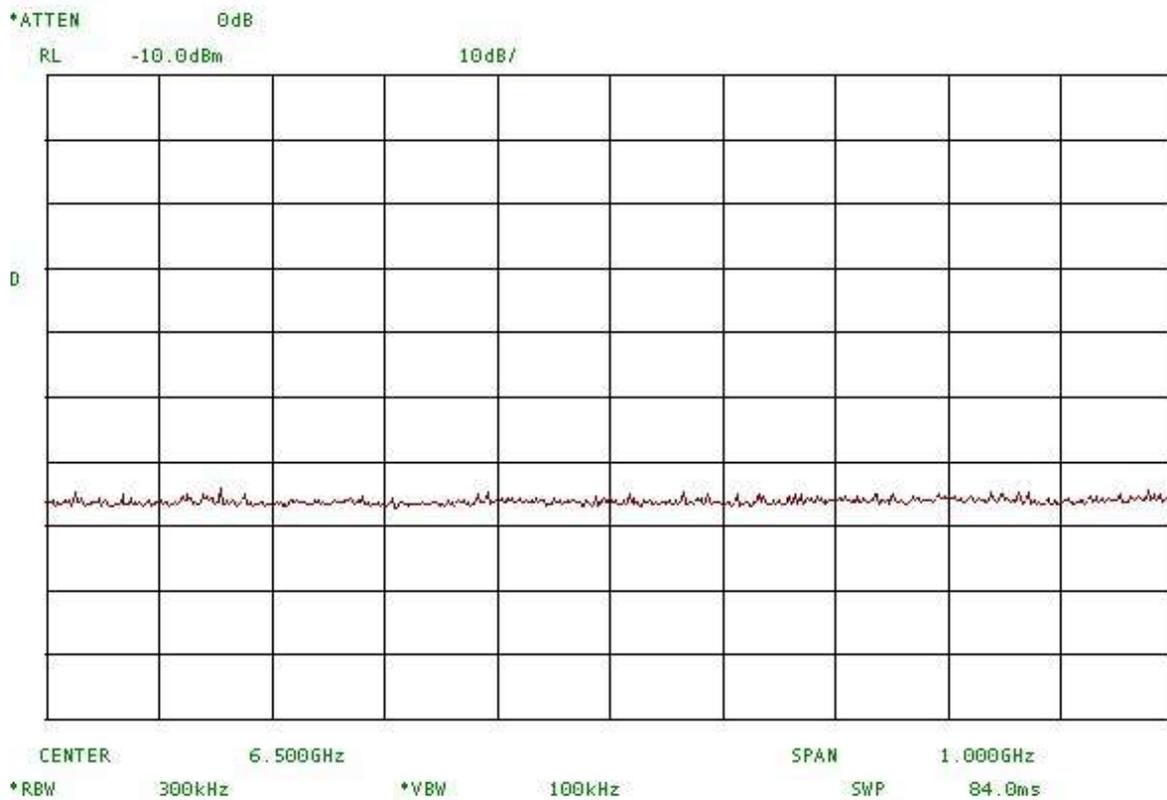
16.59 18/04/07 Piazzola Eventi #7a - Max hold su 360°

Figura 57



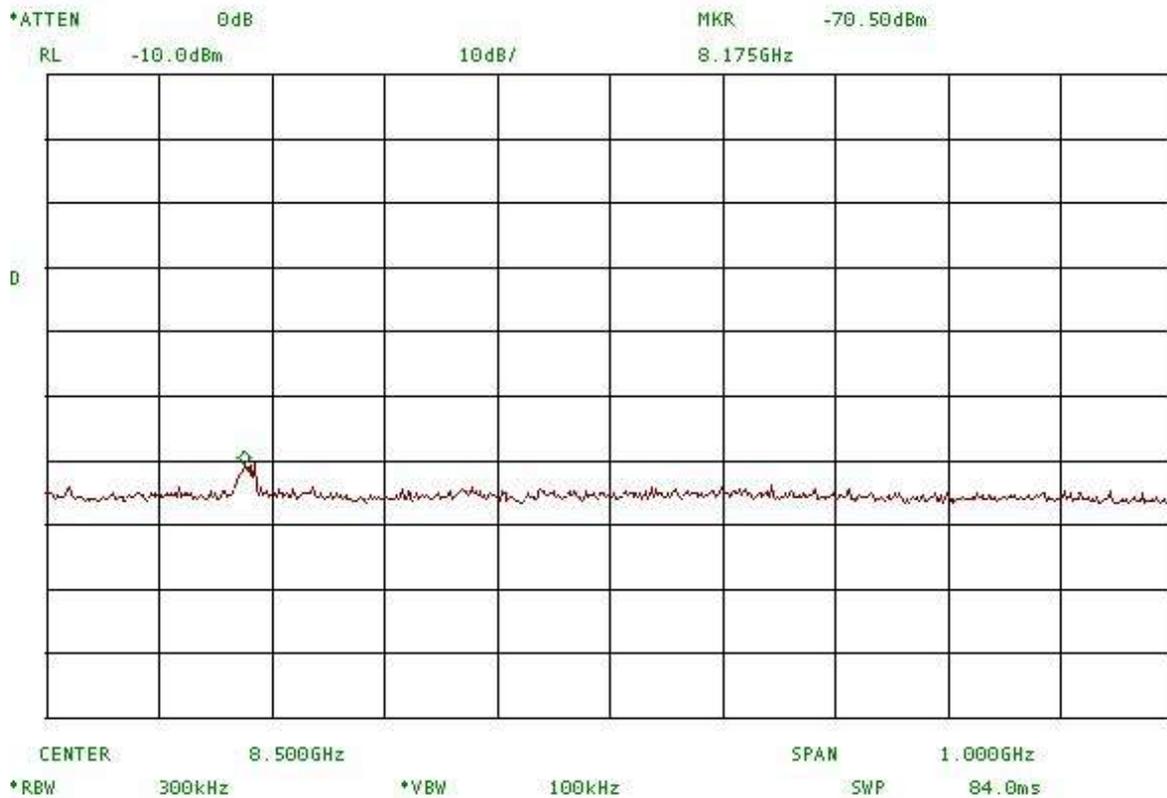
17.00 18/04/07 Piazzola Eventi #7b - Max hold su 360°

Figura 58



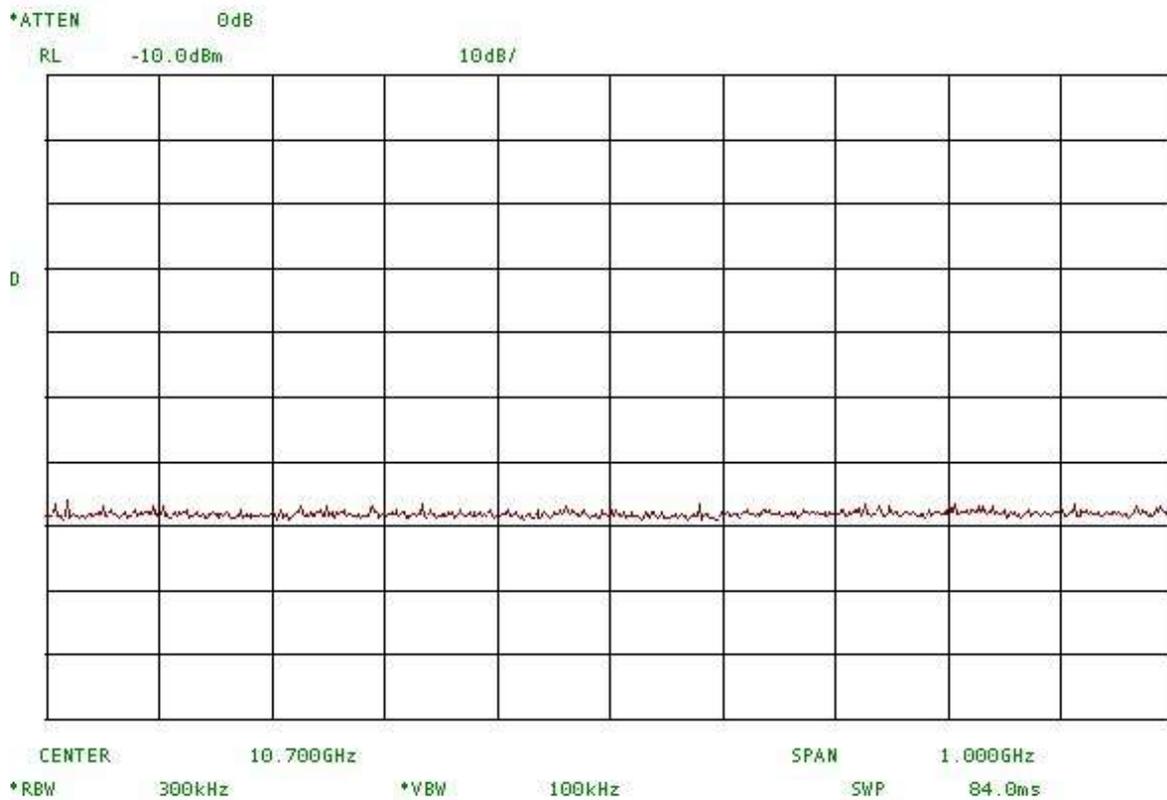
12.11 19/04/07 Cancellò SRT #6c - Max hold su 360°

Figura 59



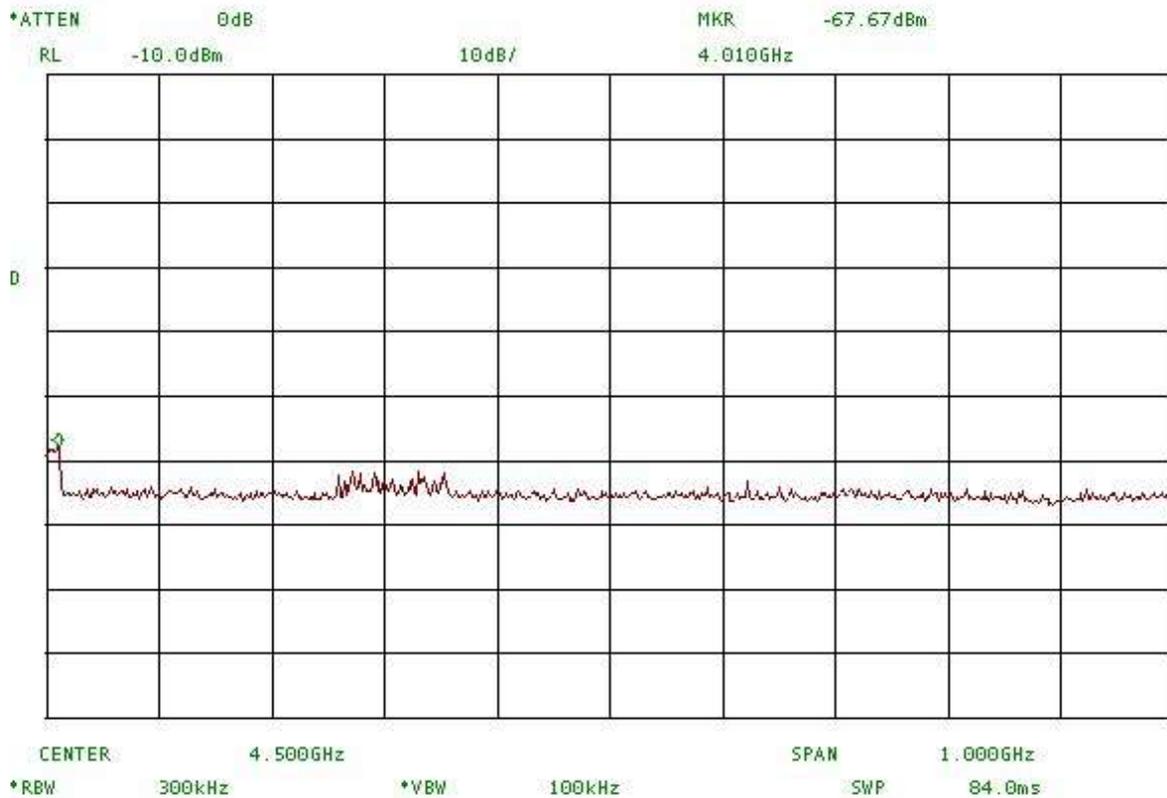
12.14 19/04/07 Cancellò SRT #7a - Max hold su 360°

Figura 60



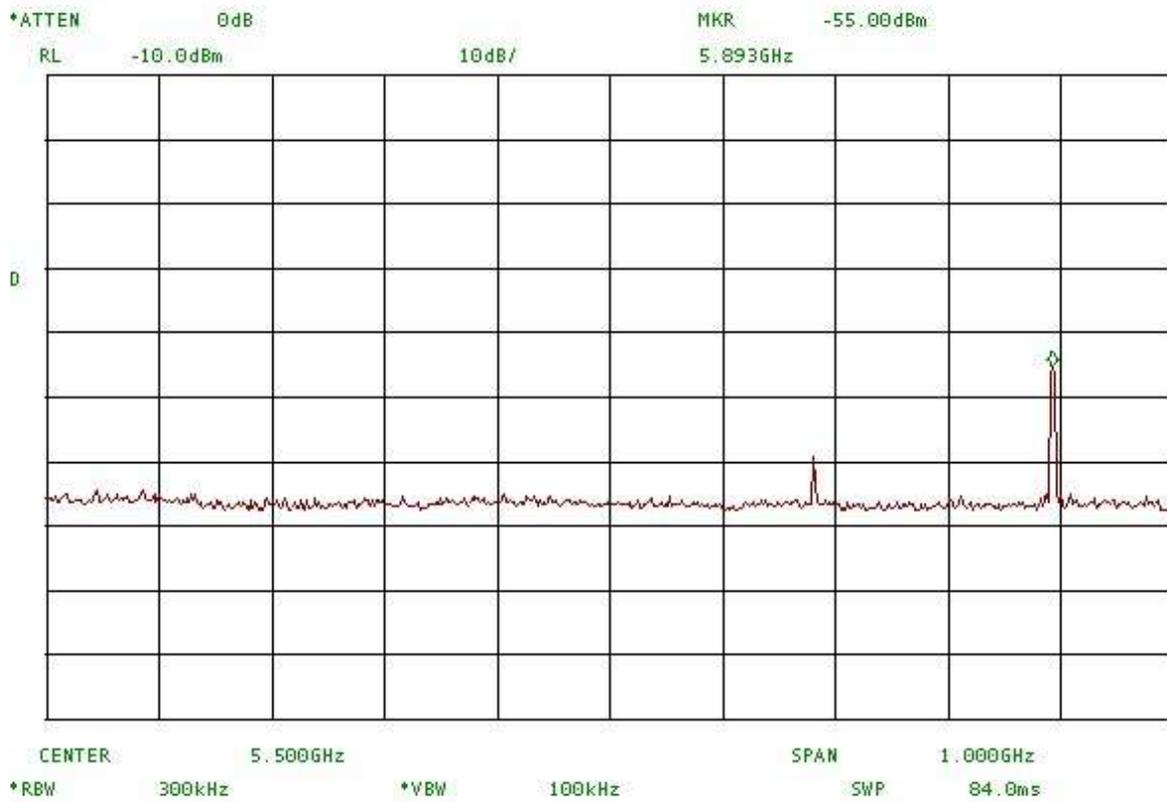
12.15 19/04/07 Cancellò SRT #7b - Max hold su 360°

Figura 61



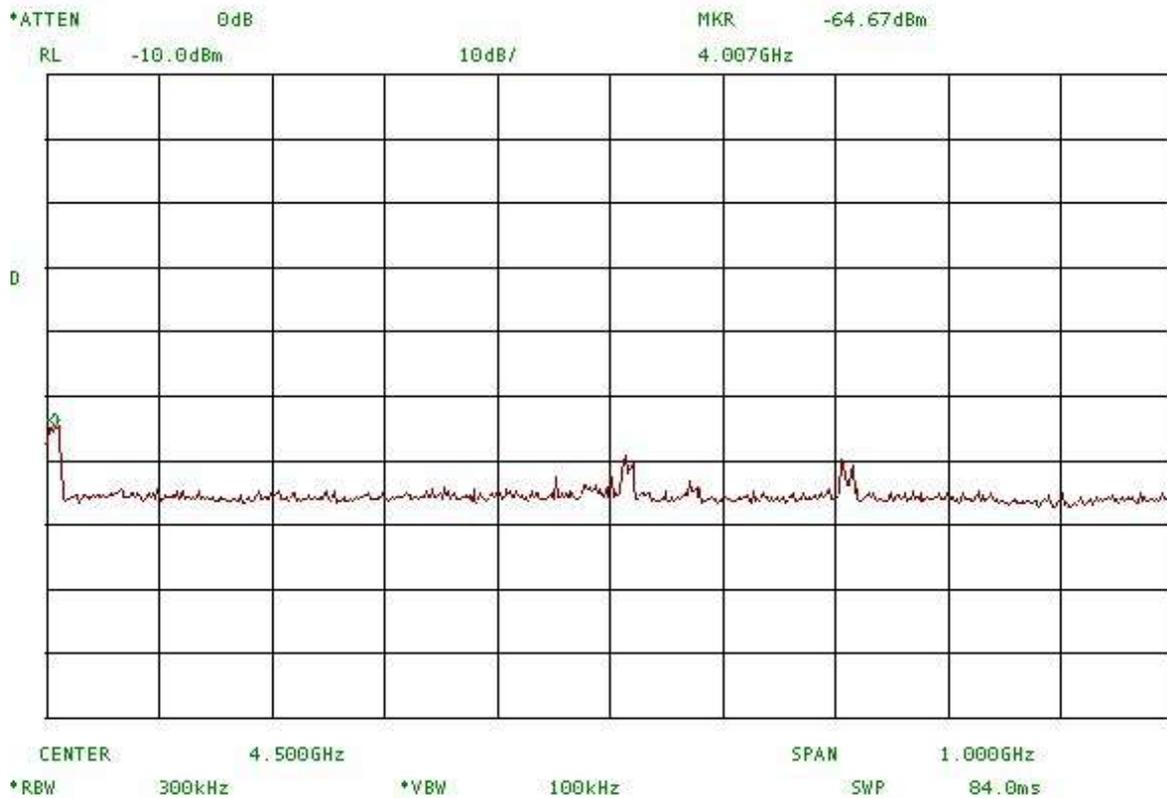
12.07 19/04/07 Cancellò SRT #6a - Max hold su 360°

Figura 62



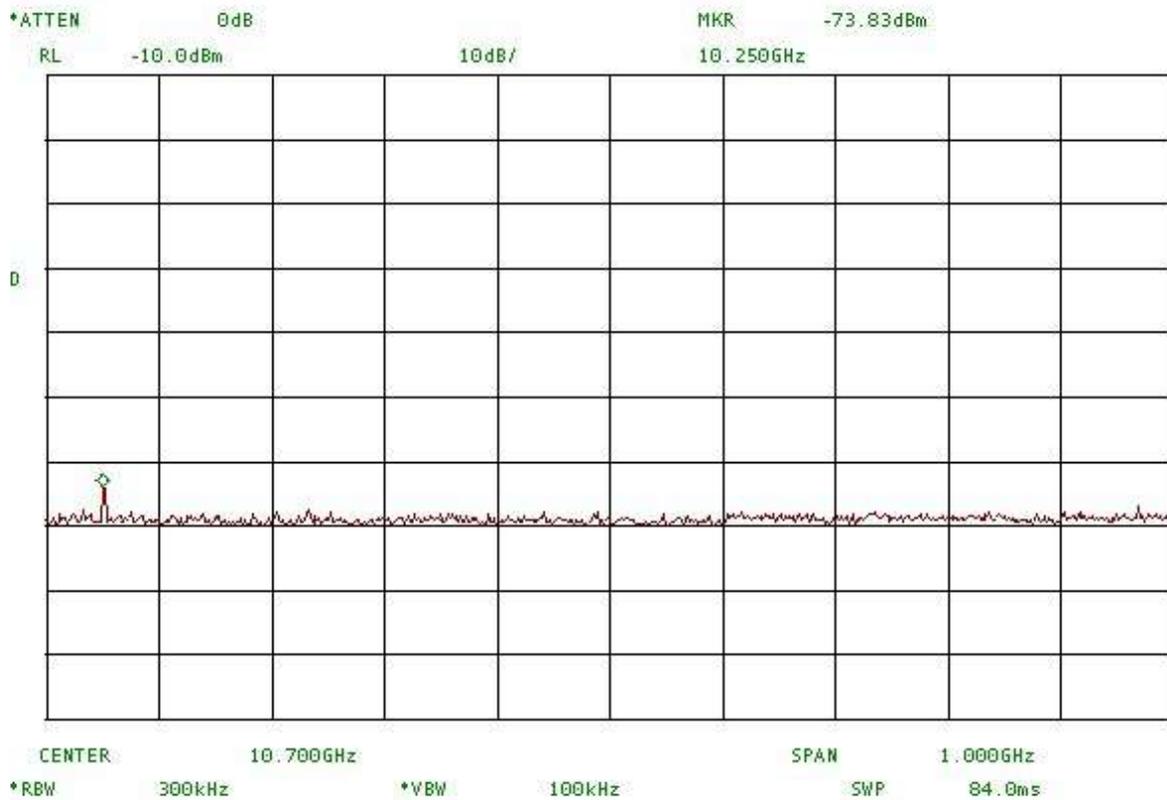
12.09 19/04/07 Canceled SRT #6b - Max hold su 360°

Figura 63



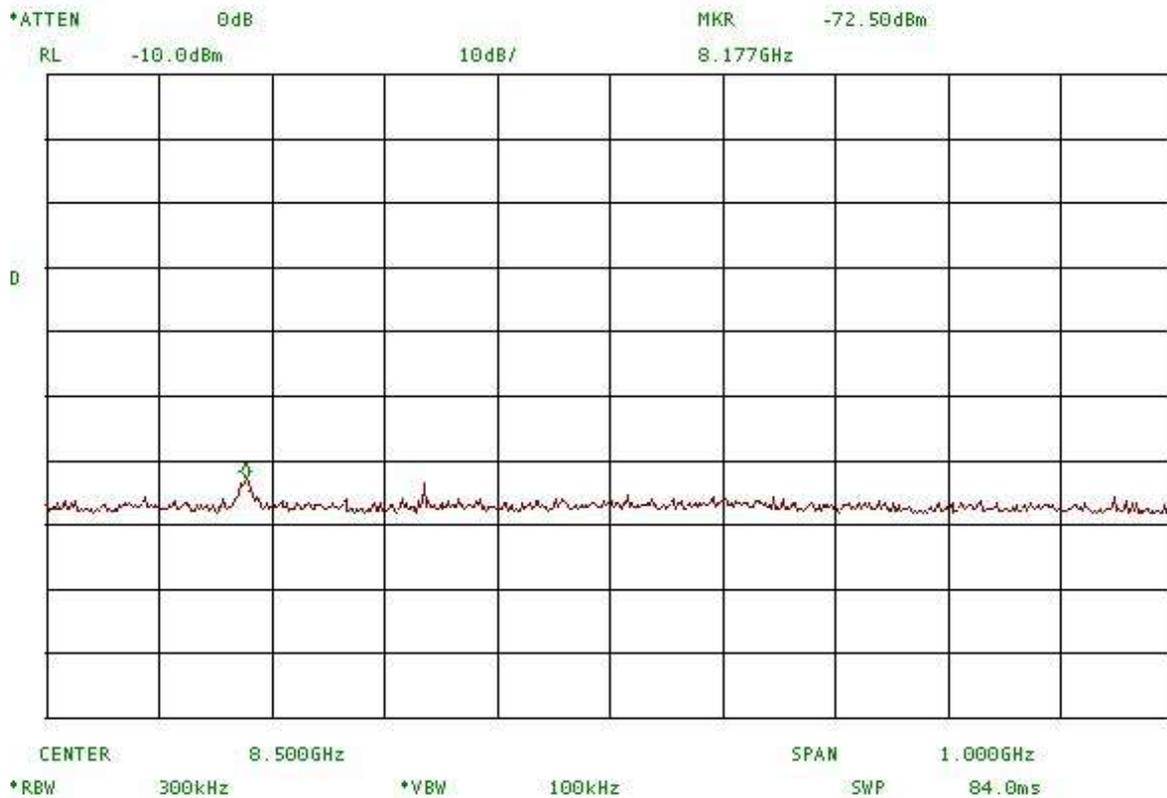
15.42 19/04/07 M.te IXI #6a - Max hold su 360°

Figura 64



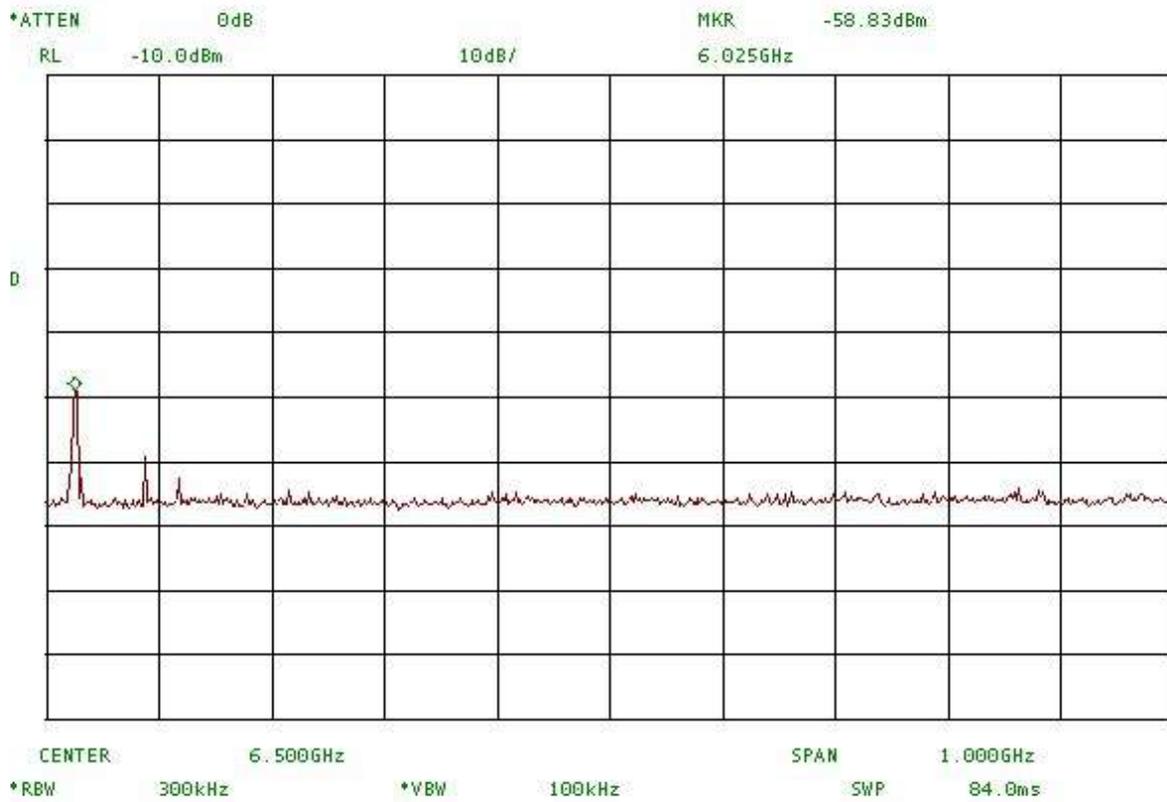
15.35 19/04/07 M.te IXI #7b - Max hold su 360°

Figura 65



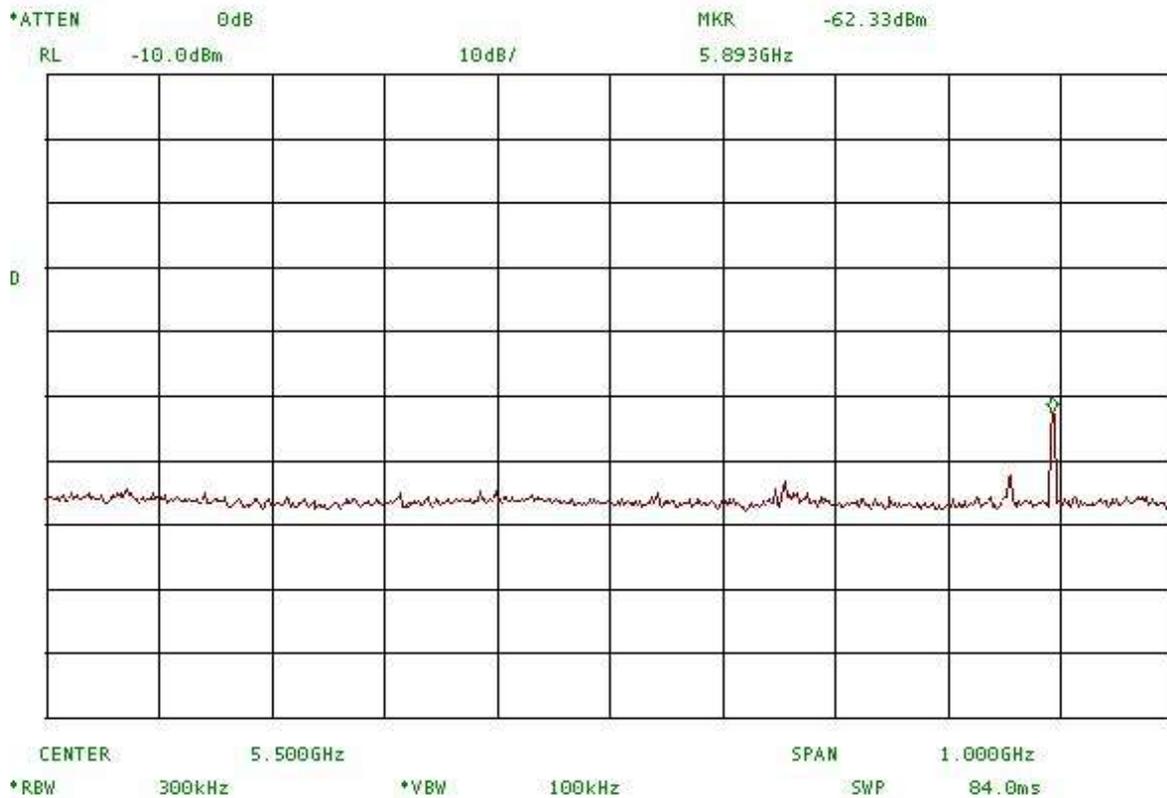
15.36 19/04/07 M.te IXI #7a - Max hold su 360°

Figura 66



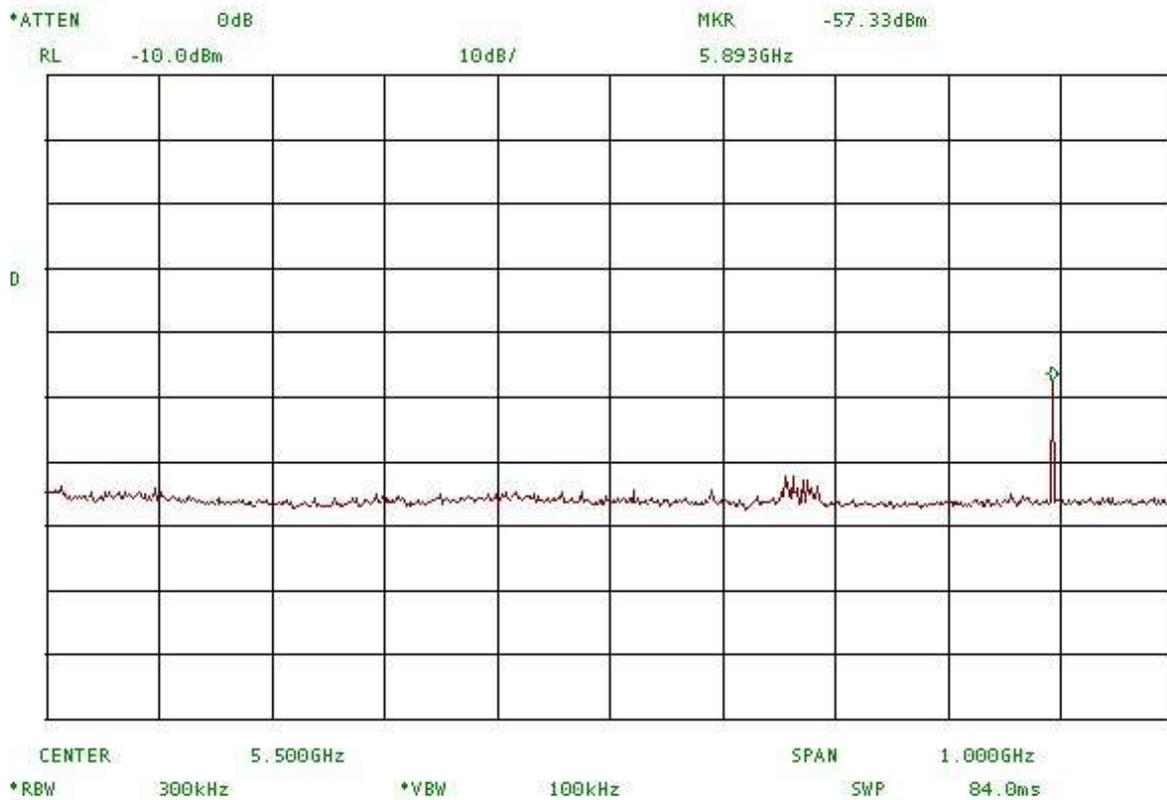
15.40 19/04/07 M.te IXI #6c - Max hold su 360°

Figura 67



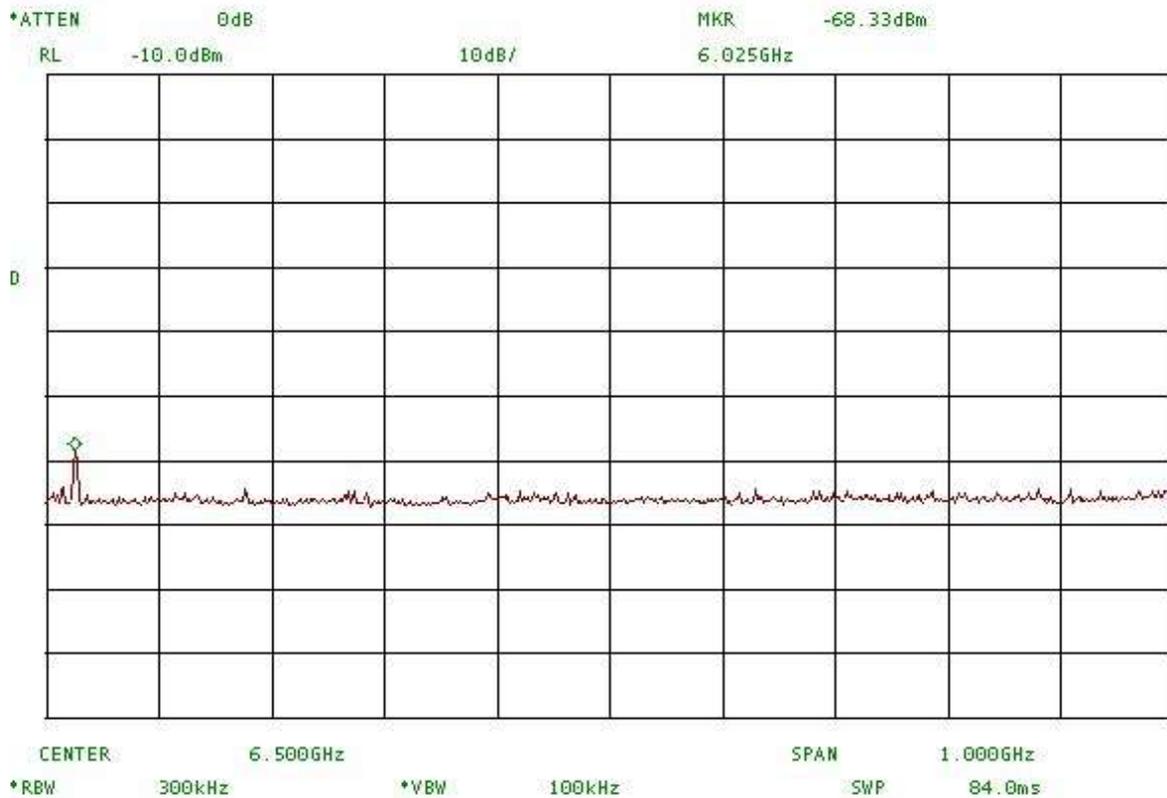
15.41 19/04/07 M.te IXI #6b - Max hold su 360°

Figura 68



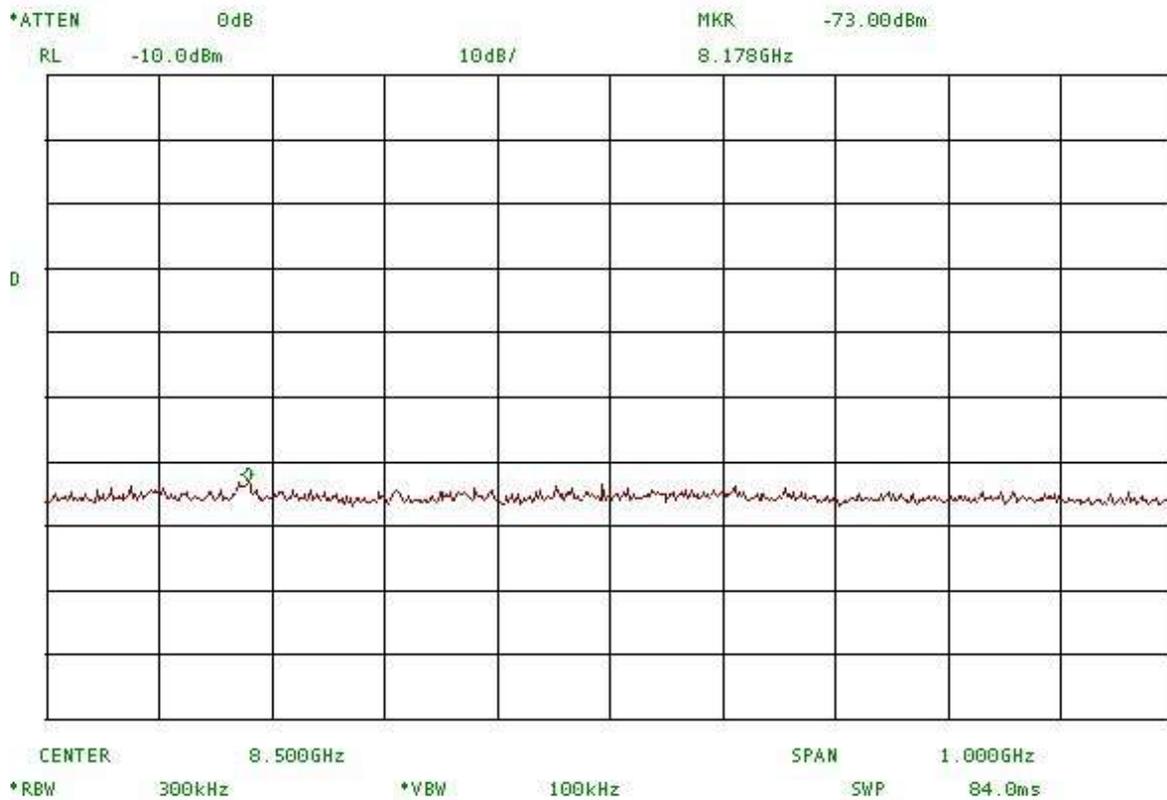
10.46 19/04/07 Piazzola 50 Hz #6b - Max hold su 360°

Figura 69



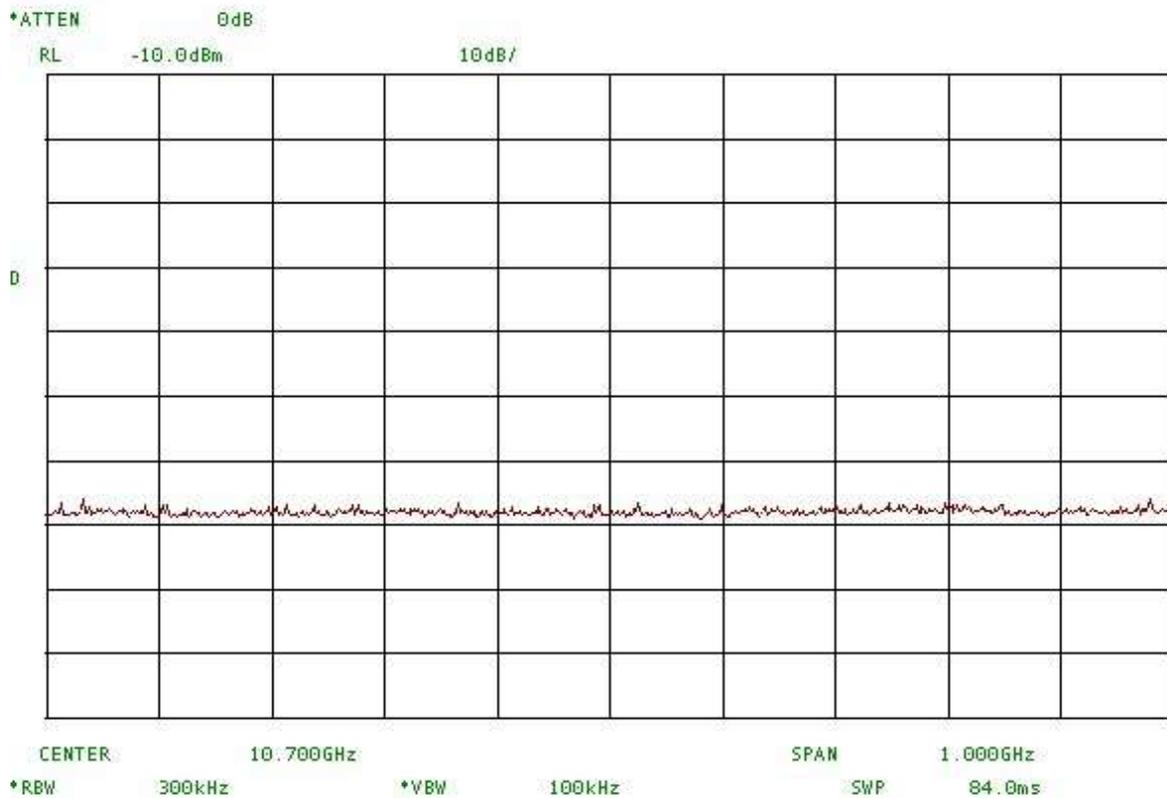
10.48 19/04/07 Piazzola 50 Hz #6c -Max hold su 360°

Figura 70



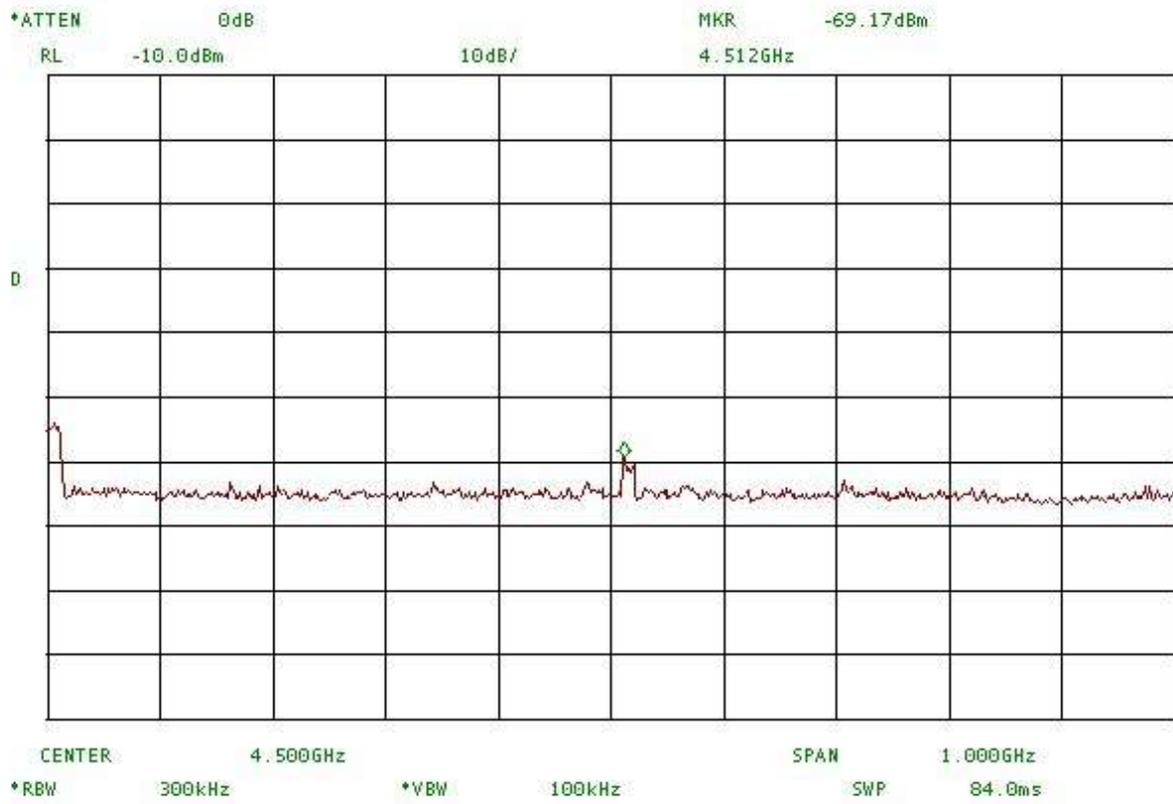
10.50 19/04/07 Piazzola 50 Hz #7a - max hold su 360°

Figura 71



10.51 19/04/07 Piazzola 50 Hz #7b -Max hold su 360°

Figura 72



10.45 19/04/07 Piazzola 50 Hz #6a - Max hold su 360°

Figura 73

Una tabella comparativa, riferita al connettore di un'ipotetica antenna con guadagno pari a 0 dBi, relativa all'intensità di alcune delle emissioni maggiormente significative in ciascuna delle bande rilevate, è riportata di seguito.

Nella tabella sottostante, l'aver riferito tutti i valori a 0 dBi permette, dato un qualsiasi diagramma di radiazione di antenna, di conoscere la potenza ricevuta in ingresso al front-end. Nel caso di SRT, i diagrammi di radiazione di antenna a varie frequenze sono presenti nel documento: Final Design Report "Optics and RF design" TR-1385-001 prodotto dalla Vertex RSI.

	Cima M.te Ixi (842mt)	Piazzola "50Hz" (645mt)	Strada per Colonia (630mt)	Piazzale "Eventi" (620mt)	Cancello SRT (607mt)
Frequenza (MHz)	<i>Livello ricevuto da un'ipotetica antenna G=0dBi (dBm)</i>				
279 (Rj 29dB)	n.r.	-68 approx.		n.r.	n.r.
354	n.r.	-84 approx.		n.r.	n.r.
369	n.r.	n.r.		-65	n.r.
389	n.r.	-79		-75	n.r.
394-395	-61	-74		n.r.	-100
410	-62	n.r.		n.r.	n.r.
419	rilevata	-78		n.r.	-93
426-427	-27	-48		-53	-52
438 (Rj 15dB)	n.r.	n.r.		-60	rilevata
444 (Rj 25dB)	-18	-52		-51	-50
608 (ch38 TV) [1]	-62	-74		-91	-82
1260	rilevata	rilevata		n.r.	n.r.
1280	rilevata	-44 approx.		-68 approx.	rilevata
1294	rilevata	-49 approx.		-70 approx.	rilevata
1327	rilevata	-49 approx.		-70 approx.	rilevata
1342	rilevata	-42 approx.		-70 approx.	rilevata
1350	rilevata	rilevata		n.r.	n.r.
1381	n.r.	-58 approx.		n.r.	n.r.
1420	-86	-96	-87	n.r.	rilevata
1519	-81	-73		n.r.	-69
2510	-77	-70		-98	-71
2720	-22	n.r.		n.r.	n.r.
2840	-22	n.r.		n.r.	n.r.
3044	-43	rilevata		-97	rilevata
3476	-50	n.r.		n.r.	n.r.
5893	-96	-91		n.r.	-89
8175	-103	-104			-101

- [1] Trattandosi di emissione TV Digitale Terrestre, quindi a banda larga, il livello dell'intero canale risulta notevolmente sottostimato (rilievo con RBW = 30 KHz).

Appendice B. Misure comparate

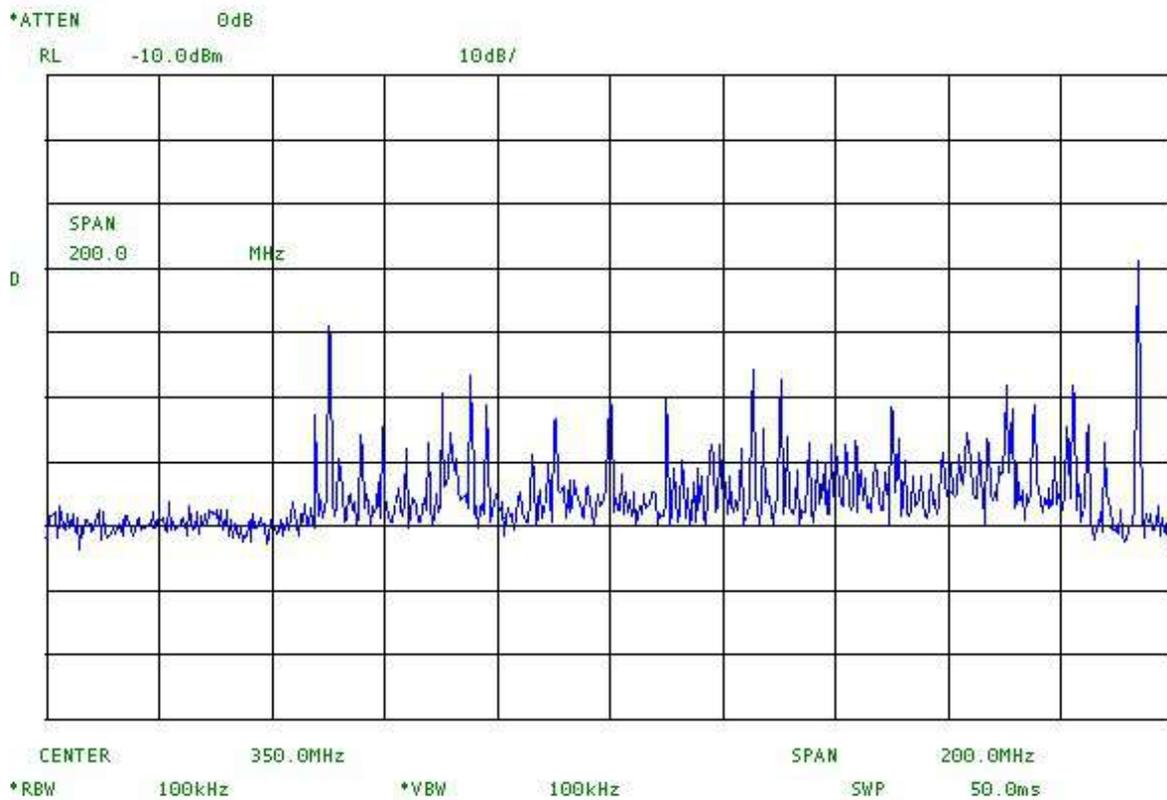
Infine come ultima attività nella giornata di Venerdì 20 Aprile, sono stati effettuati anche rilievi comparativi Torretta/Furgone, che hanno confermato la presenza di emissioni spurie di origine locale, generate da alcuni dispositivi installati anch'essi sulla sommità della stessa.

Si è inoltre avuto modo di verificare come la sensibilità del ricevitore collocato nella Torretta sia peggiore di quella del Furgone. Risulta infatti che mentre il box del Furgone presenta una *noise figure* pari a 5.5 dB (in banda P) e 3.5 dB (in banda L), quello della Torretta vale circa 10.5 dB (equivalente a 3000 K di temperatura di rumore).

Di seguito si riporta una breve descrizione della strumentazione del sistema di monitoring installato nella Torretta ed utilizzato nella campagna osservativa:

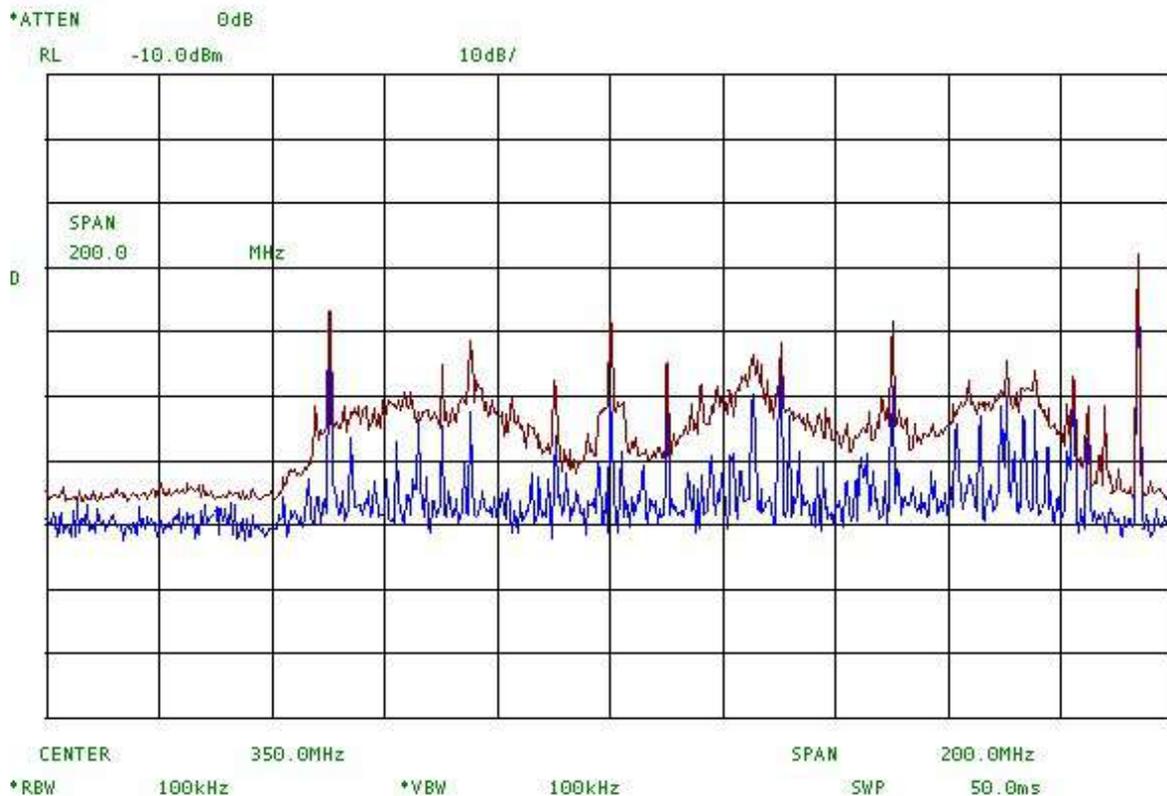
- Antenna Log-Periodica Schwarbeck per larga banda: 0.3-5 GHz, sostenuta da un palo solidale con il traliccio.
- Cavo coassiale di 5 metri di lunghezza di collegamento tra antenna e il box#1.
- Box#1 di amplificazione / filtraggio posto sempre nel traliccio; per la banda osservata in questa campagna si è selezionato il filtro 290-430 MHz.
- Box#2 di pilotaggio dei vari canali e di alimentazione del box#1, anch'esso posto nel traliccio.
- Cavo coassiale (RG214/U) di lunghezza 10 metri per collegare il box#1 con l'analizzatore di spettro.
- Analizzatore di spettro Hewlett Packard operante da 9 KHz fino a 2.9 GHz posto alla base del traliccio.

I tracciati ottenuti in banda P, sono riportati in Fig. 74, 75, 76 e 77. Nelle figure la curva blu è relativa al sistema di ricezione Furgone mentre la rossa al sistema Torre. In banda P (unica banda in cui è stato effettuato il confronto), il sistema Torretta presenta circa 6-7 dB di guadagno in meno rispetto a quello atteso. Si è anche modificata la polarizzazione dell'antenna senza particolare risultati. Questo problema potrebbe essere giustificato da una non adeguata tensione di alimentazione fornita all'amplificatore del box#1.



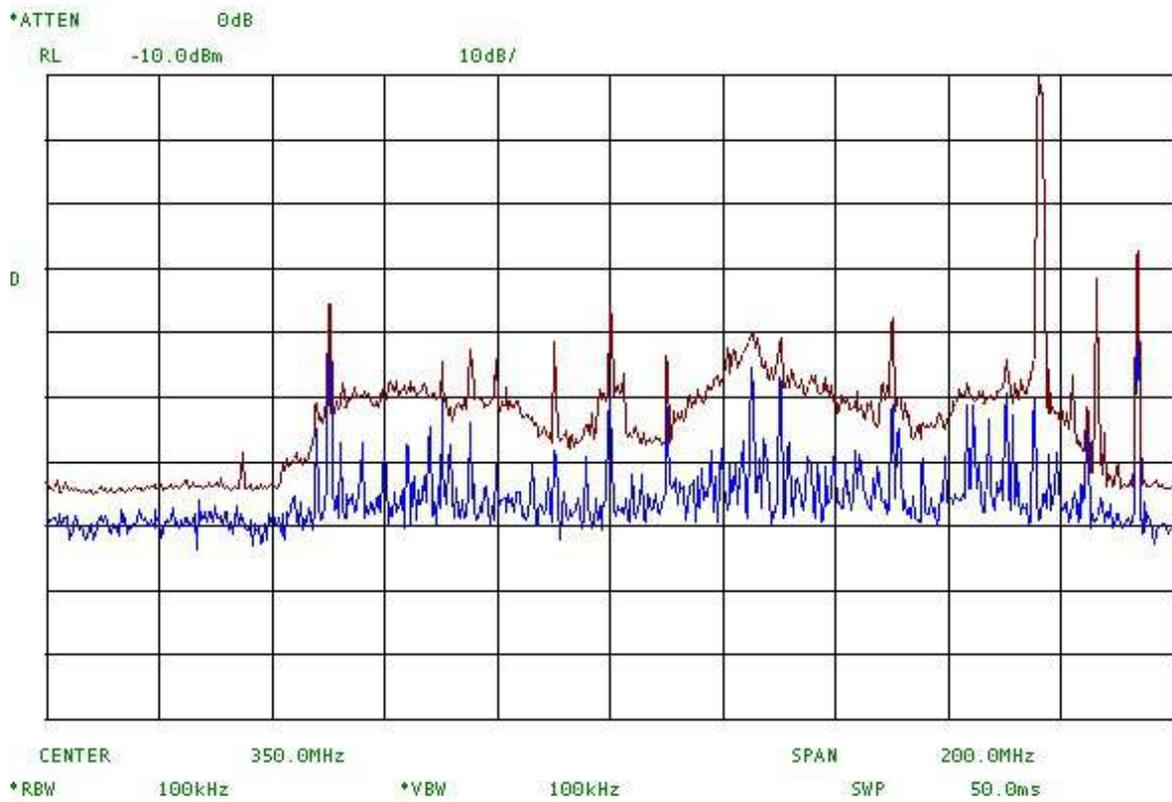
16.30 20/04/07 Torre SRT N°1

Figura 74



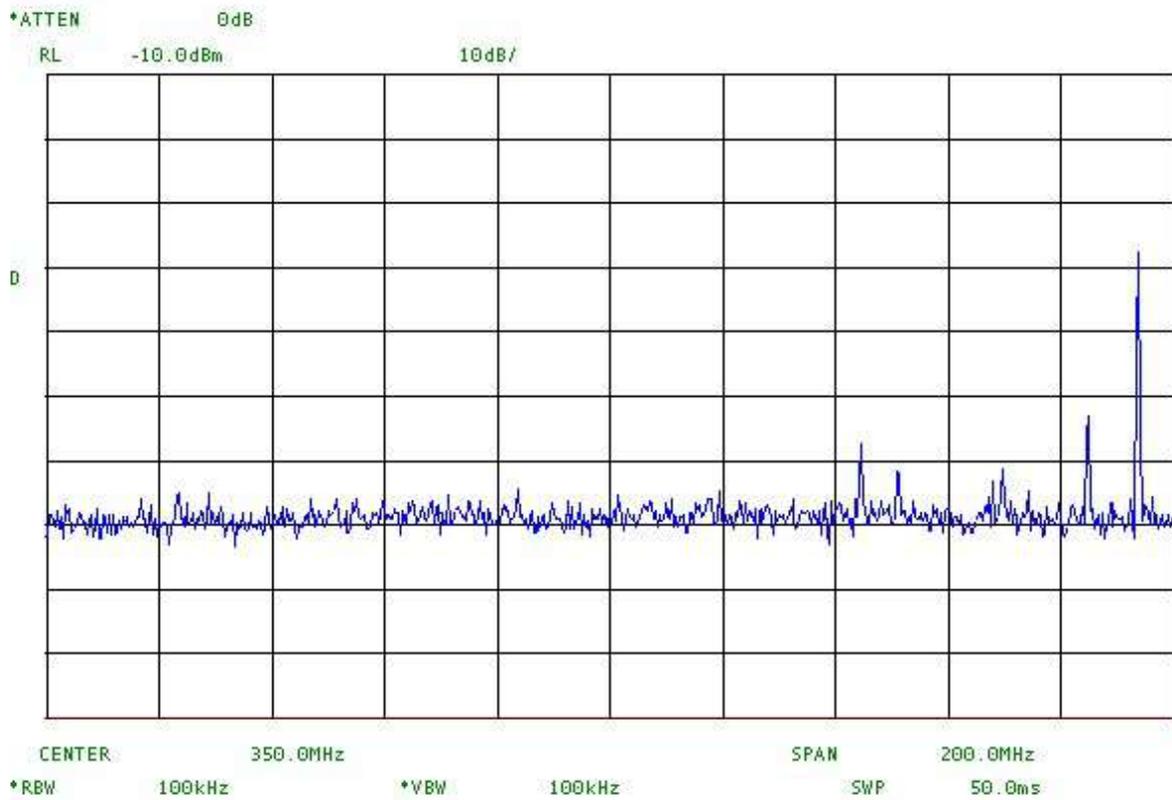
16.33 20/04/07 Torre SRT N°2

Figura 75



16.43 20/04/07 Torre SRT N°3

Figura 76



16.51 20/04/07 Torre SRT N° 4

Figura 77