

# LA RADIOASTRONOMIA

Consiglio Nazionale delle  
Ricerche  
Istituto di Radioastronomia

Ing. Stelio Montebugno  
[Stelio@ira.cnr.it](mailto:Stelio@ira.cnr.it)



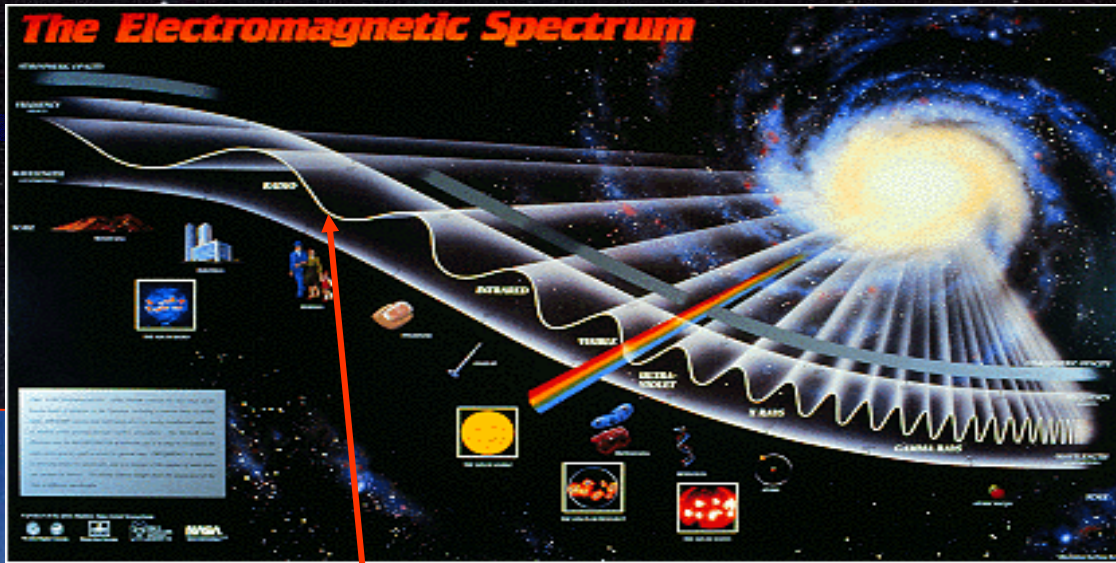
**1- Radioastronomia**

**2- Attività e programmi alla stazione di Medicina**

**3- Attività amatoriali**



**Molti oggetti celesti ci inviano radiazioni elettromagnetiche distribuite su un ampio spettro di frequenze: dalle onde radio ai raggi gamma.**

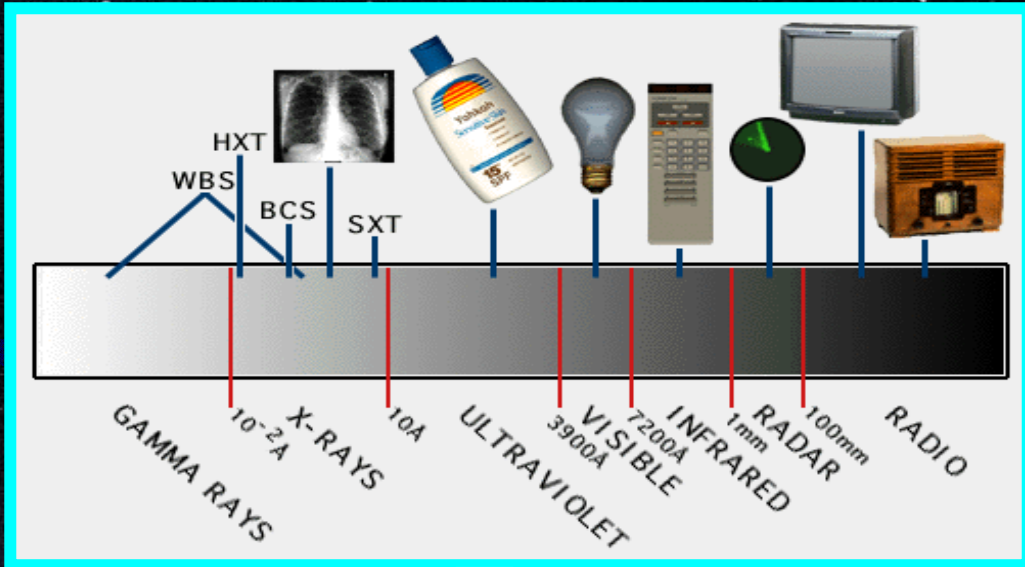


**La radioastronomia studia l' universo nella banda radio**

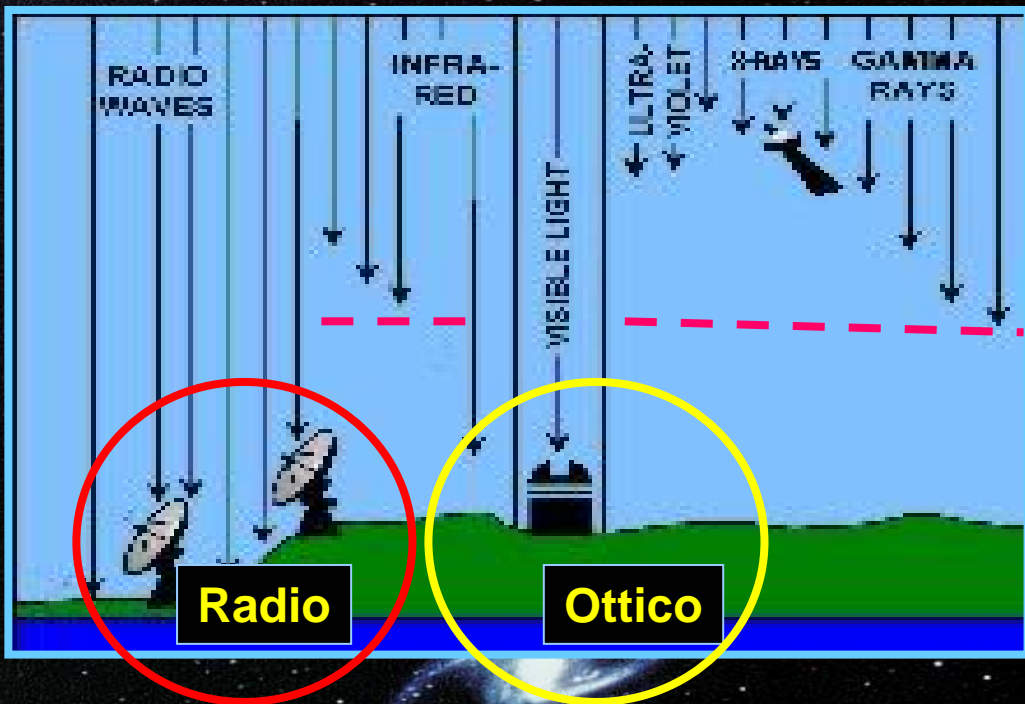
**La radioastronomia ha aperto una nuova finestra sull' universo. Un universo prima invisibile si è rivelato grazie a nuovi strumenti, i radiotelescopi che ci permettono di "vedere" corpi celesti alle frequenze radio.**





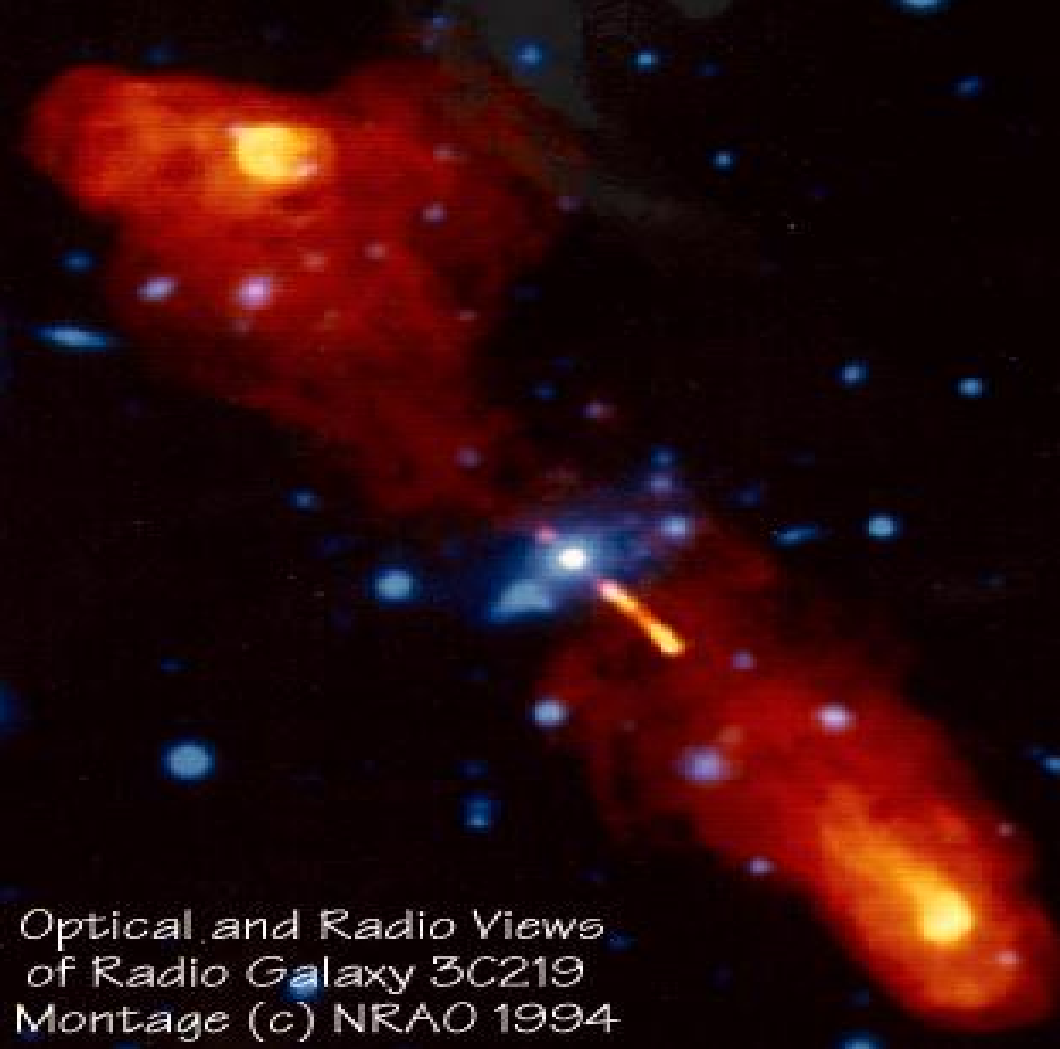


**Le radiazioni che ci arrivano dallo spazio sono distribuite su tutto lo spettro elettromagnetico, ma.....**



**.....non tutte le sue componenti arrivano a terra perche` filtrate dall' atmosfera .....**





### 3C219

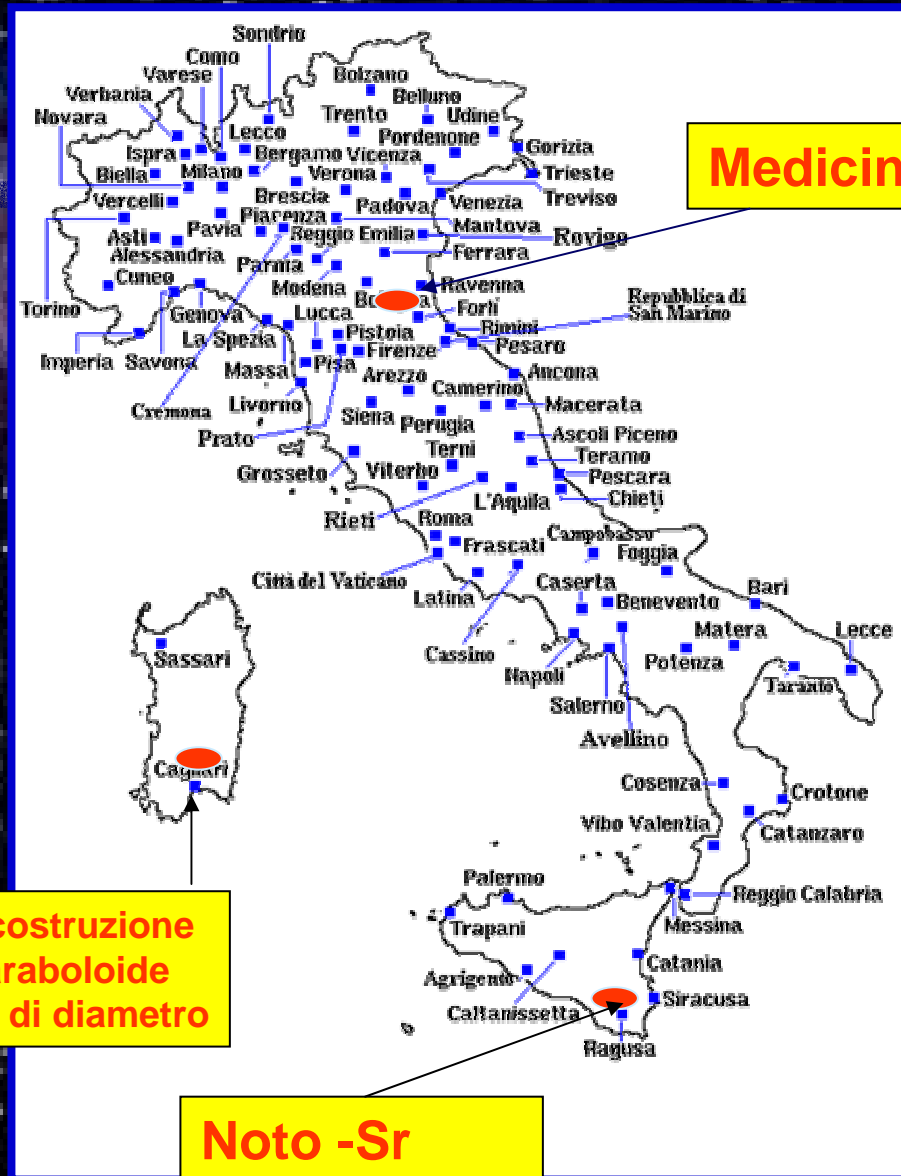
**Immagine radio-ottica della galassia 3C219, distante circa 3 miliardi di anni luce. La galassia nell'ottica è visibile al centro, in bianco/azzurro. L'emissione radio, rivelata con il Very Large Array (VLA), consiste di due lobi estesi situati ben al di fuori della galassia ottica, ed alimentati da due getti opposti....**

Optical and Radio Views  
of Radio Galaxy 3C219  
Montage (c) NRAO 1994





# Dislocazione dei radiotelescopi dell' Istituto di Radioastronomia.



Medicina (Bo)

Futura costruzione di un paraboloide da 64 m di diametro

Noto -Sr



# Antenna

- 1- C
- 2- P

1

## ■ PARABOLA VLBI (Med./Noto)

- Freq. 1.4 GHz / 23 / 33 GHz
- 32 m
- Ricevitori: in fuoco primario e secondario



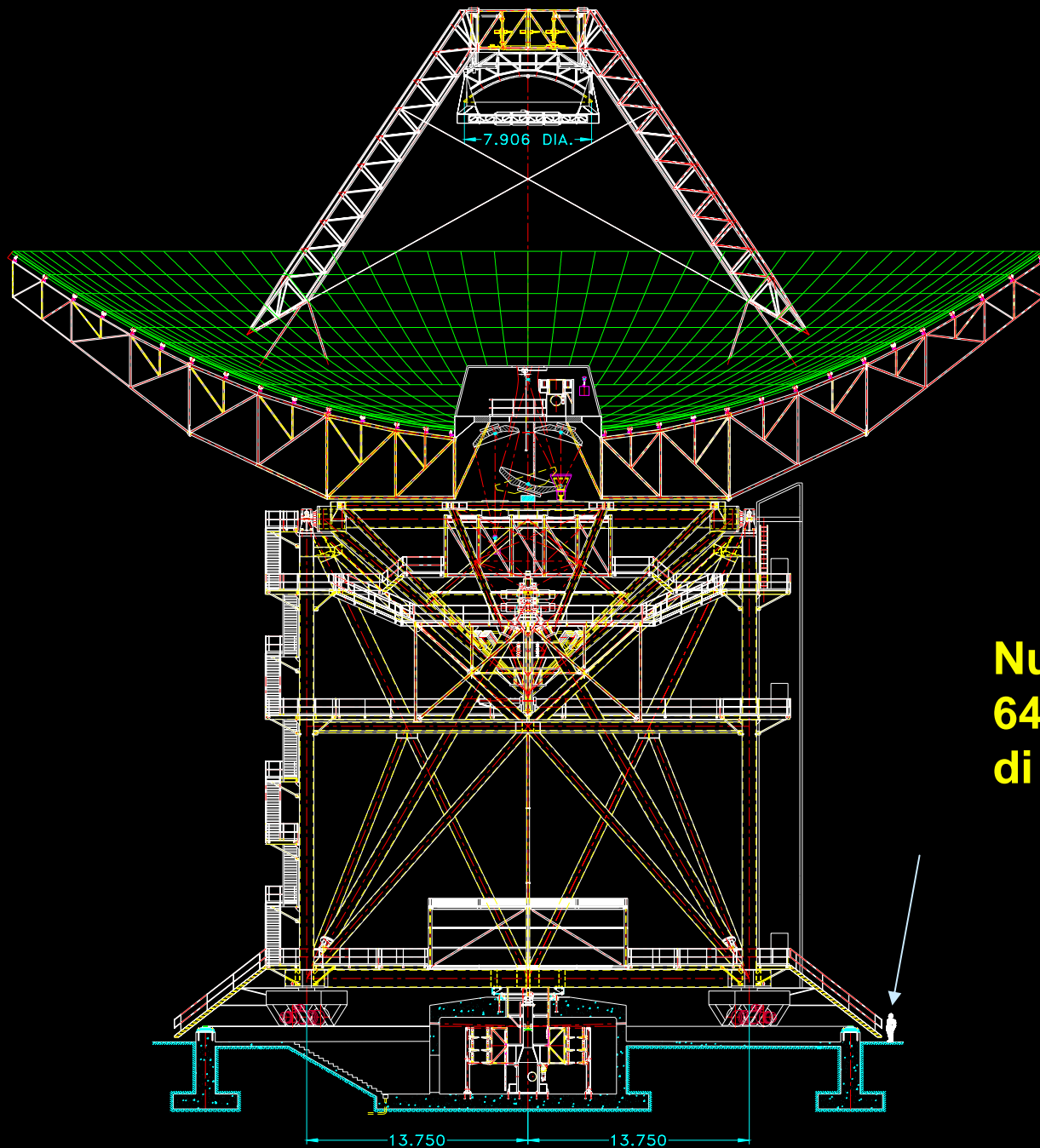




## ■ CROCE DEL NORD

- Freq. 408 MHz  
+/- 3 MHz
- 564x610 m
- Area Collettrice:  
30.000 mq
- filo impiegato nello  
specchio: 2000 Km
- 14 ricevitori
- 15 fasci





**Nuovo SRT (Cagliari)  
64 m di diametro  
di prossima costruzione.**



# Programmi osservativi di Medicina

Strip 3  
Strip 2  
Strip 1

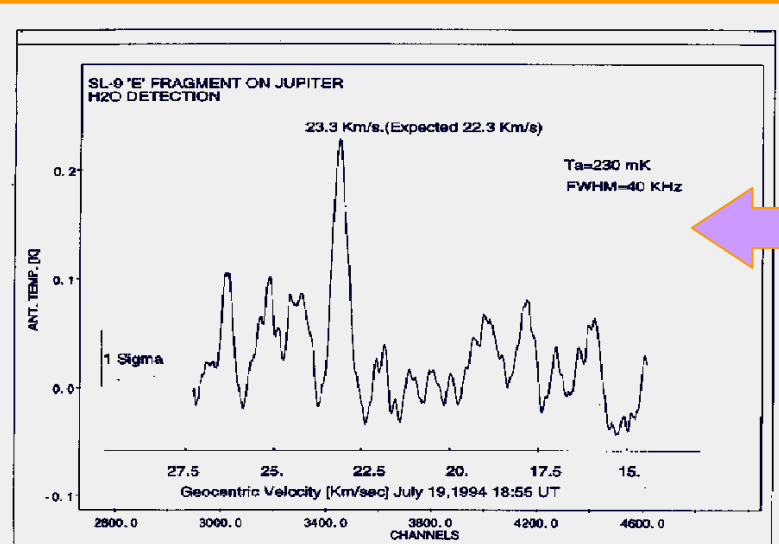
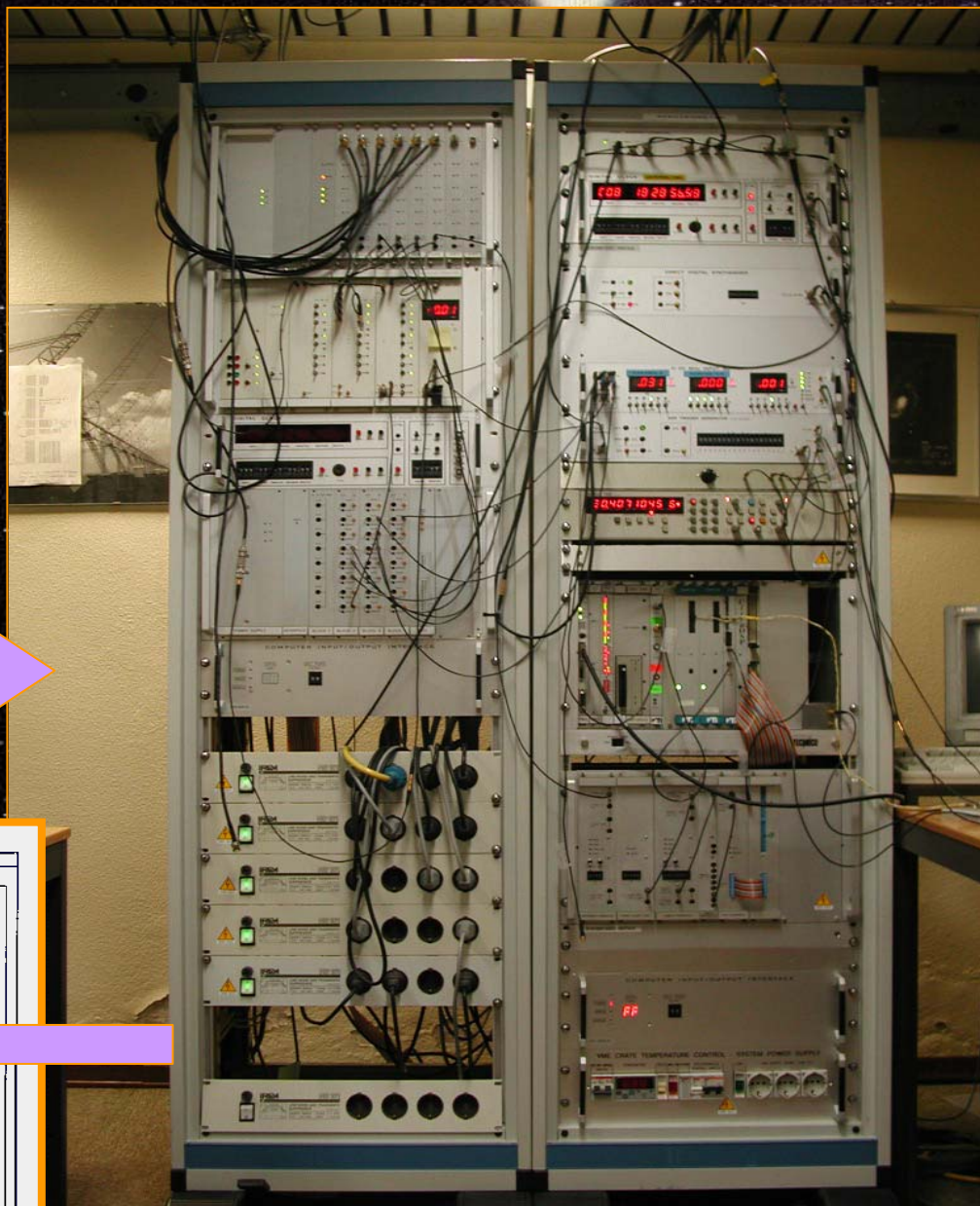


- Sky Survey.
- Pulsar Sky Survey.



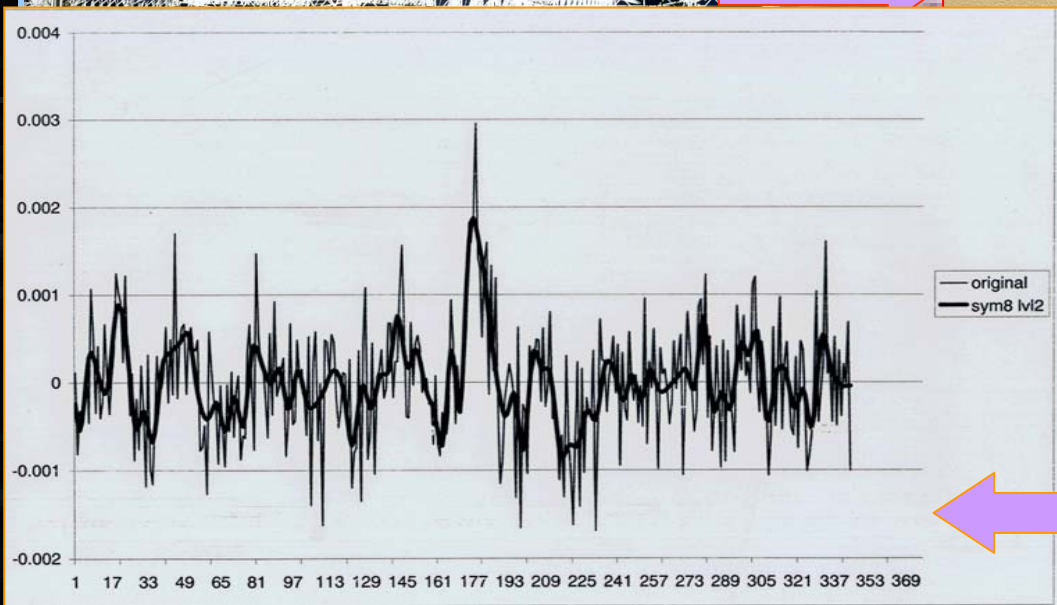
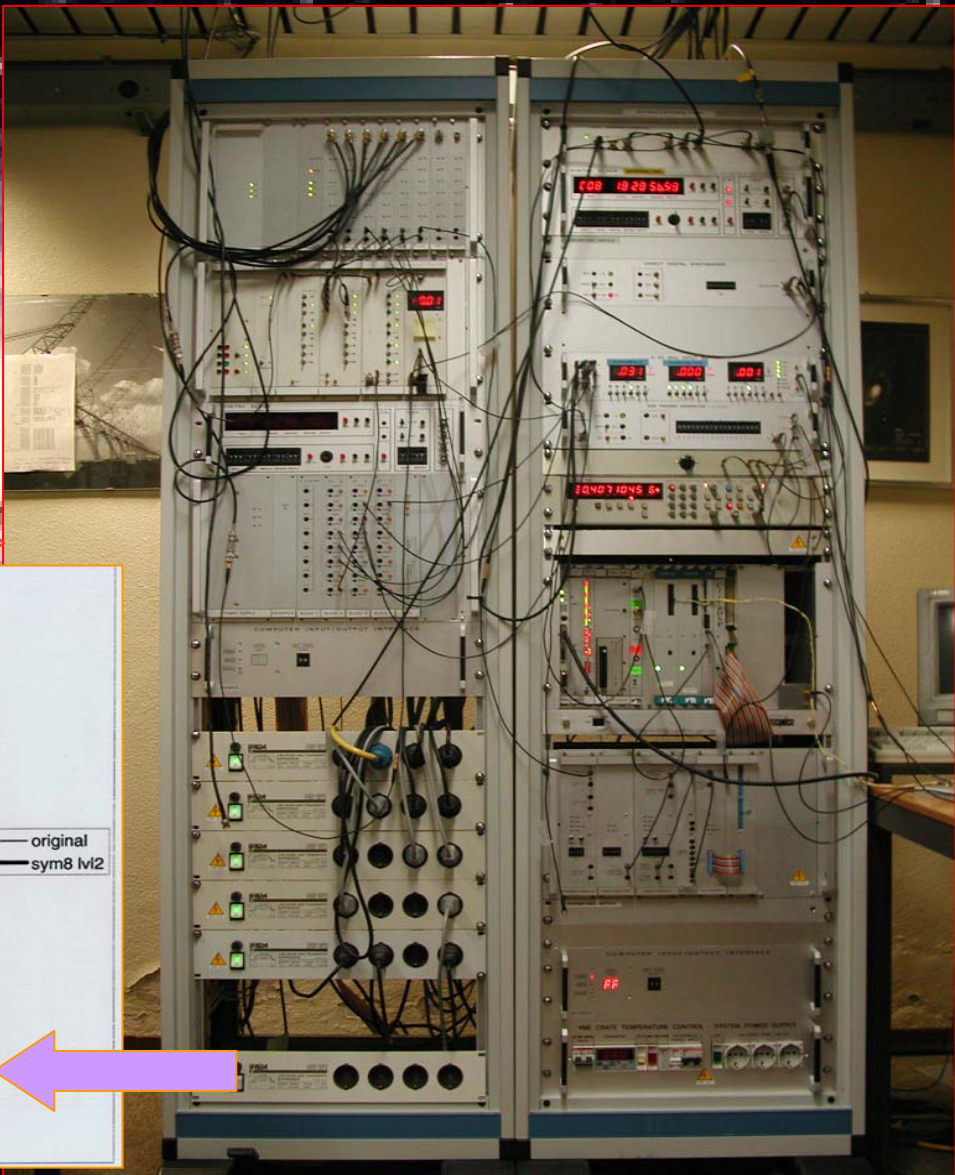
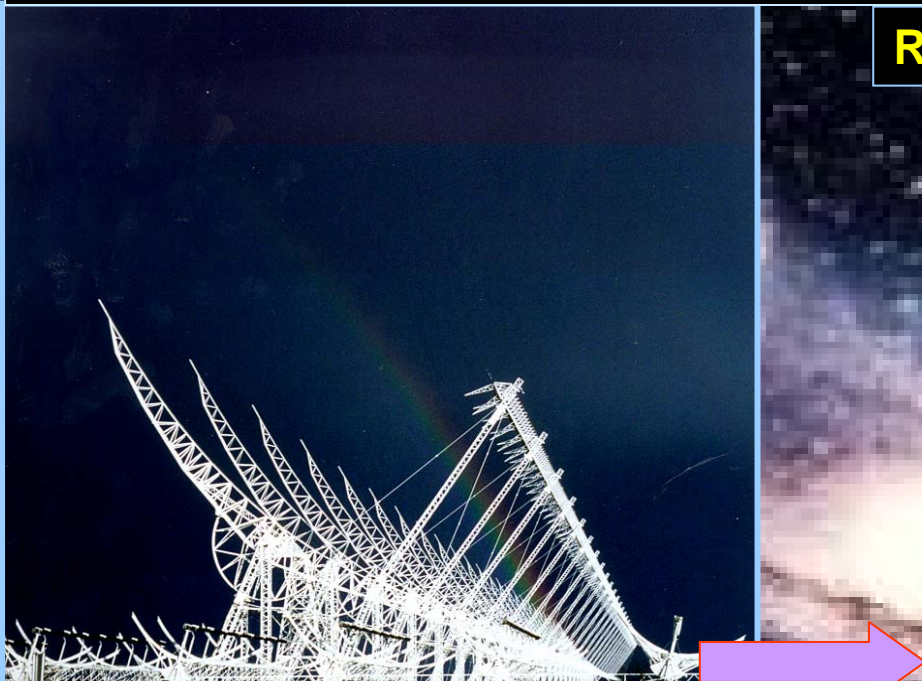


# Spettroscopia





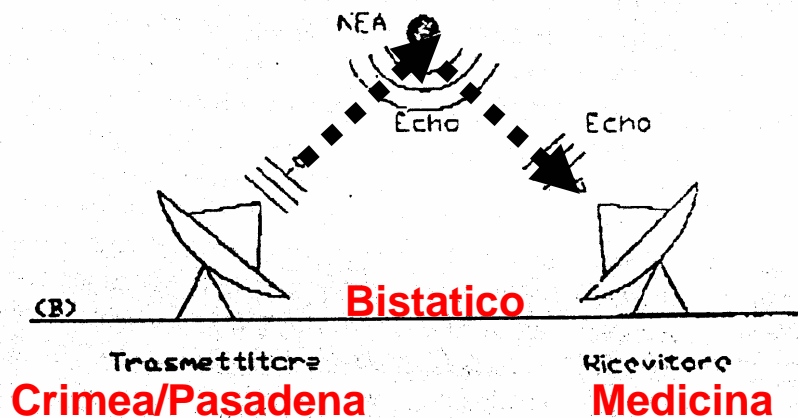
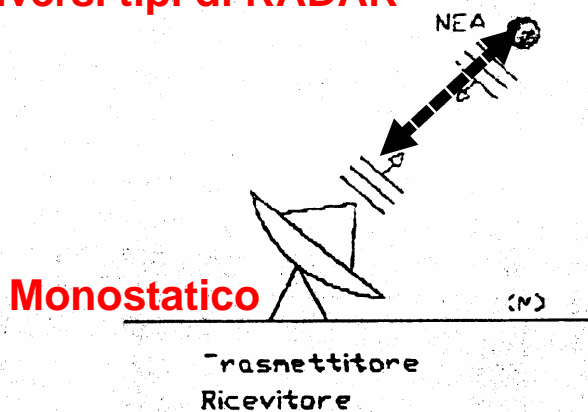
**Rivelazione del carbonio C252alfa**





# Applicazioni RADAR della parabola di Medicina per osservazioni di Corpi Minori e Detriti Spaziali.

## Diversi tipi di RADAR





# Avvicinamenti interessanti

Asteroide	data	distanza min UA
1998 WT24	16 dic 2001	0,0125
1994 PM	16 ago 2003	0,0250
4179 Toutatis	29 set 2004	0,0104
1992 UY4	08 ago 2005	0,0404
2000 PN9	06 mar 2006	0,0203
4450 Pan	19 feb 2008	0,0408
1991 VH	15 ago 2008	0,0458
1998 CS1	17 gen 2009	0,0292
1994 CC	10 giu 2009	0,0170
2001 CV26	08 ott 2009	0,0252
4179 Toutatis	12 dic 2012	0,0463
1998 QE2	31 mag 2013	0,0382
1999 JD6	25 lug 2015	0,0484
1998 WT24	11 dic 2015	0,0280
P/LINEAR (2000 G1)	22 mar 2016	0,0325
5604 1992 FE	24 feb 2017	0,0336
3122 Florence	01 set 2017	0,0472
1999 KW4	25 mag 2019	0,0346
1998 OR2	29 apr 2020	0,0420
1994 PC1	18 gen 2022	0,0132

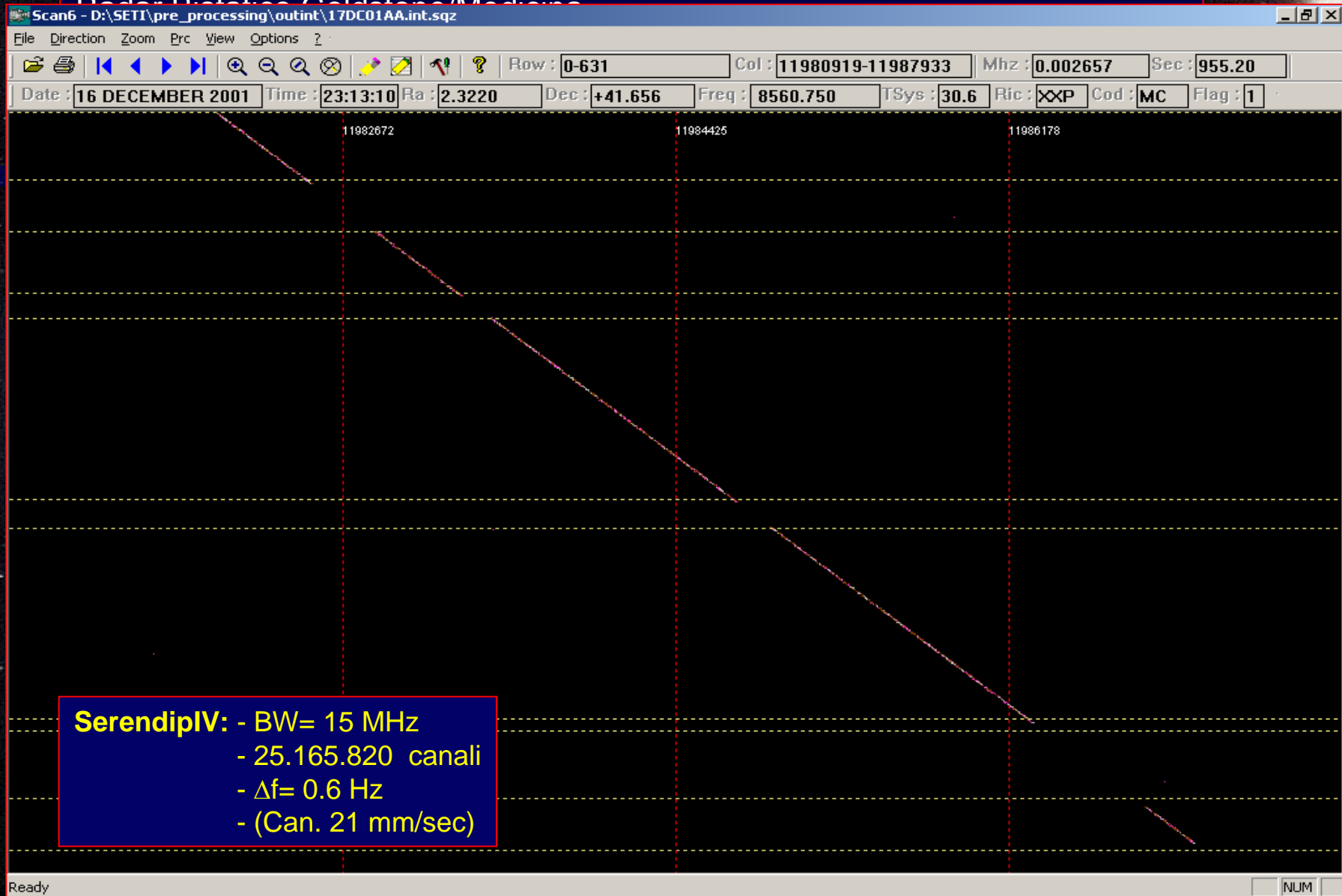
Trojan  
Asteroid

Jupiter



# 16 /17 Dicembre 2001 Osservazioni di 1998WT24:

Radar Detection Goldstone/Medicina



**SerendipIV:** - BW= 15 MHz  
- 25.165.820 canali  
-  $\Delta f = 0.6$  Hz  
- (Can. 21 mm/sec)

43000 44000 45000 46000 47000 48000 49000 50000 51000 52000



## Detriti Spaziali: (fonte ESA-NASA)

**Cosa sono? Sono tutti gli oggetti derivati da esplosioni (per varie cause) di satelliti, collisioni varie, ultimi stadi di razzi vettori, frammenti di bulloni esplosivi, pezzi di vario genere ecc.**

- $\approx 8500$  pezzi  $> 10$  cm
- $\approx 100.000$  pezzi  $> 1$  cm
- possibili collisioni di detriti /satelliti a velocità superiori ai 55.000 Km /h

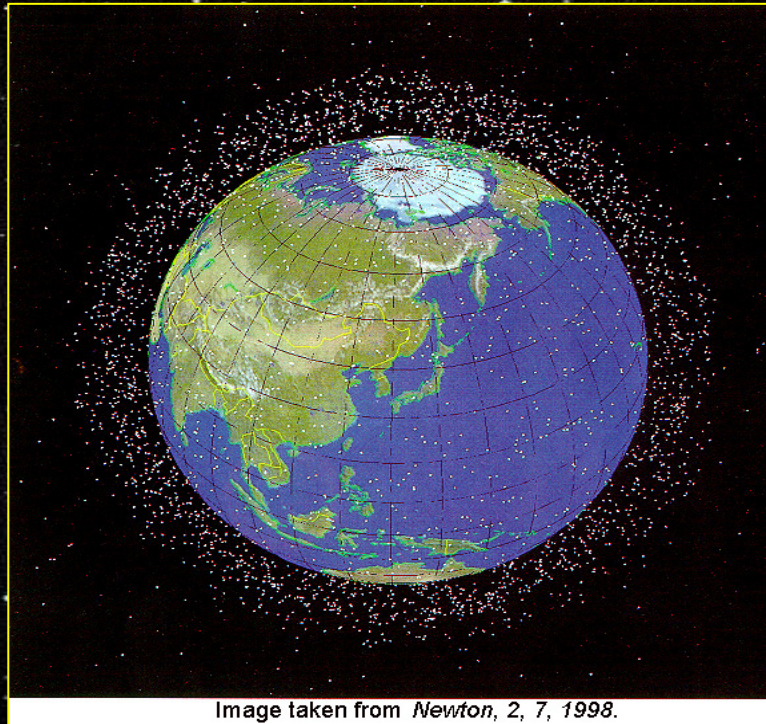
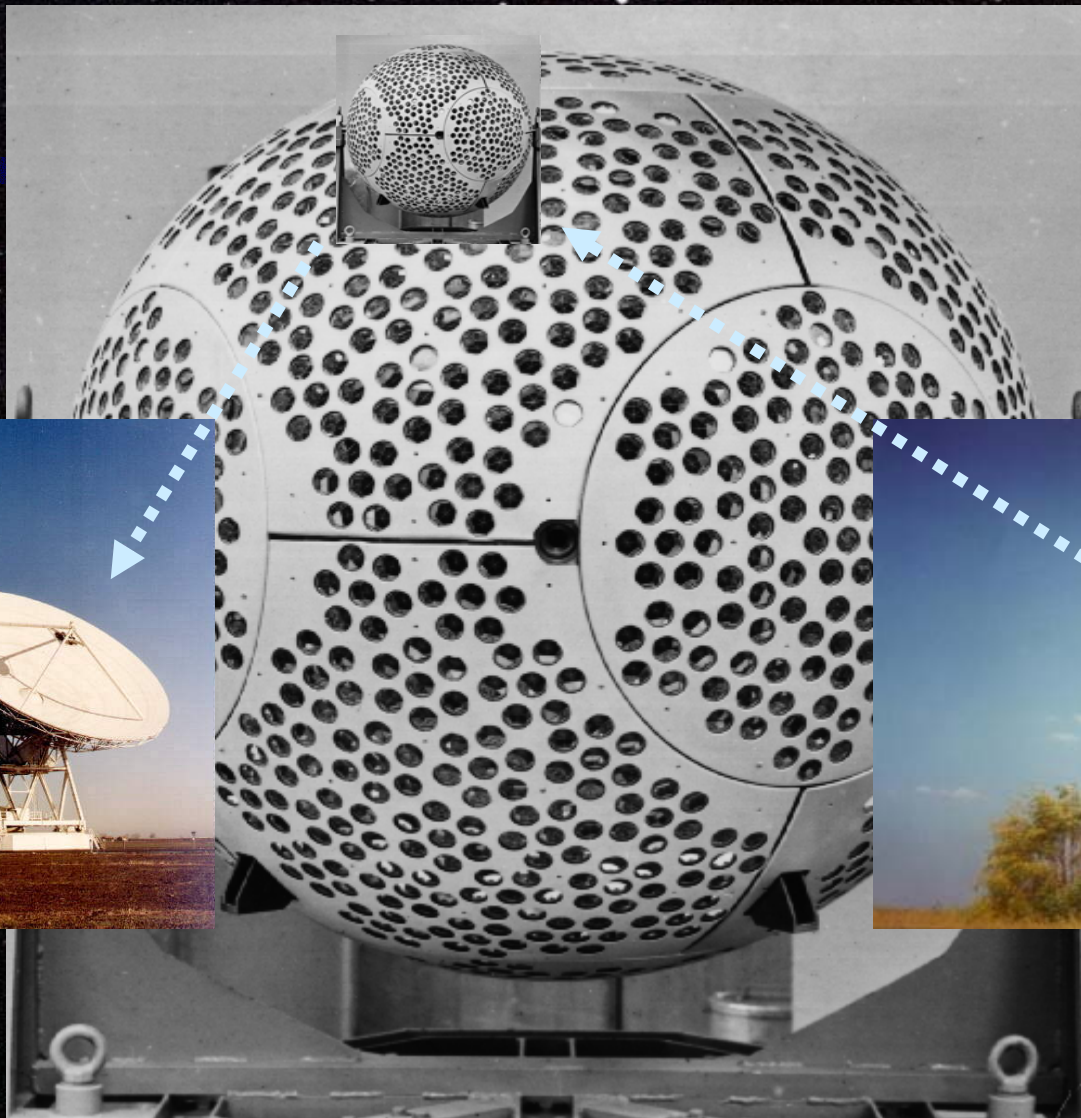


Image taken from *Newton*, 2, 7, 1998.



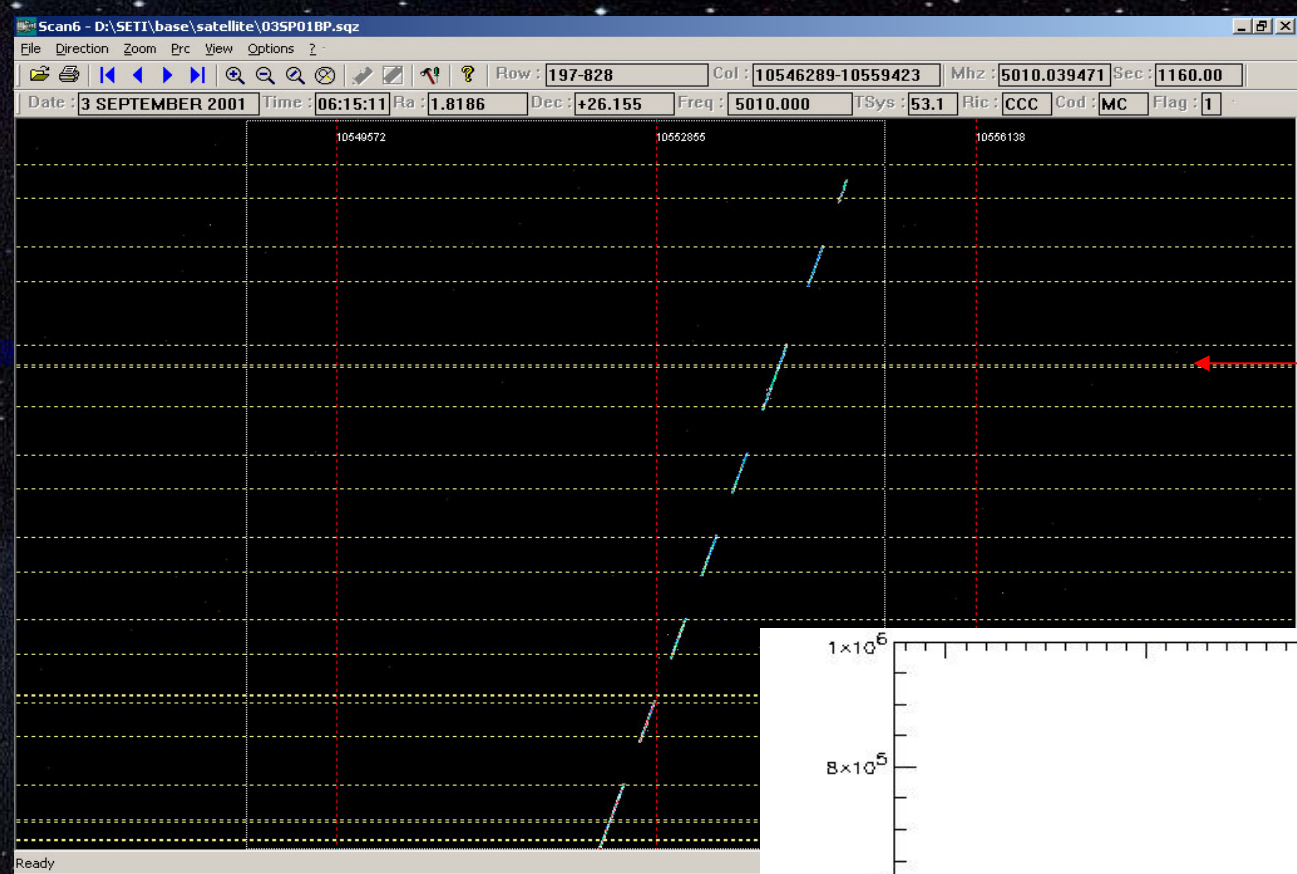
Prime prove con Etalon 1, un satellite per Laser Ranging lanciato nel 1989 dai Russi.

Orbita: 19.000 Km    Diametro: 1.4 mt



**Evpatoria:**  
Pt= 150 KW  
F=5.010024 GHz

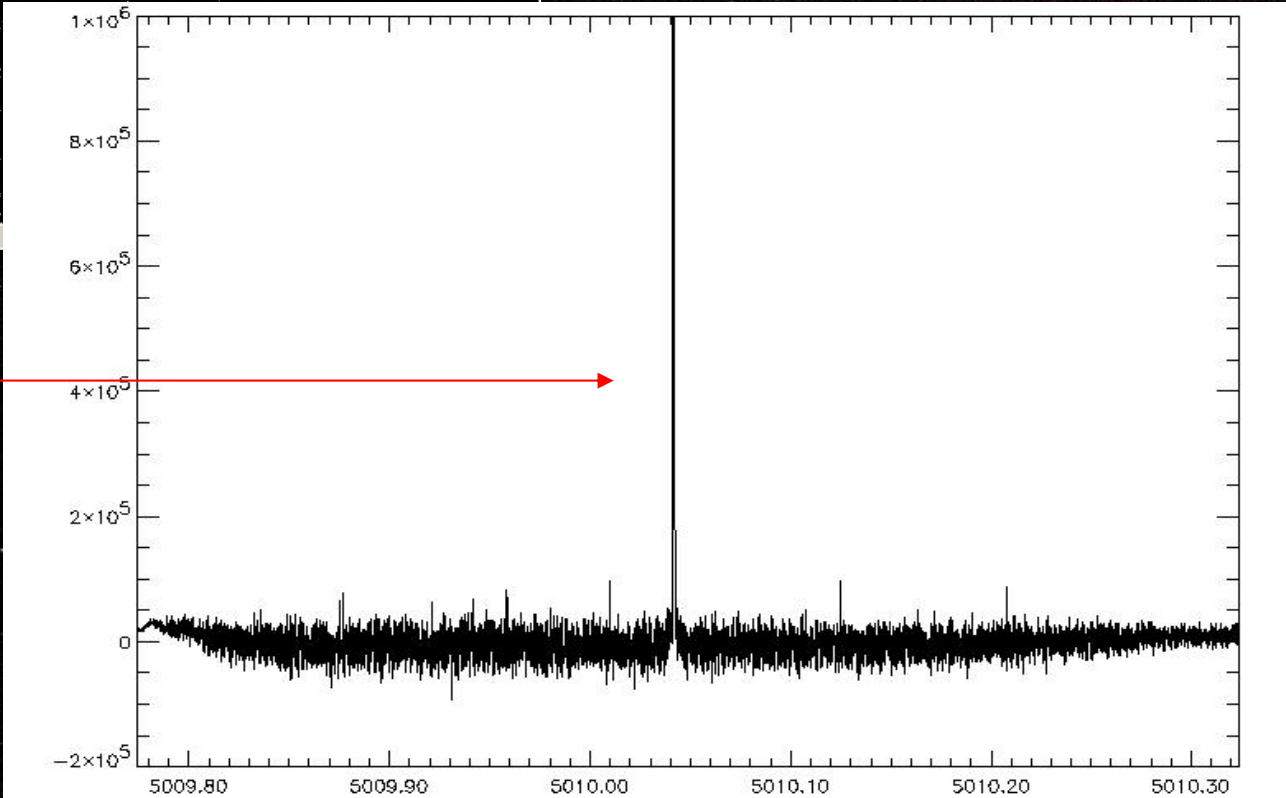




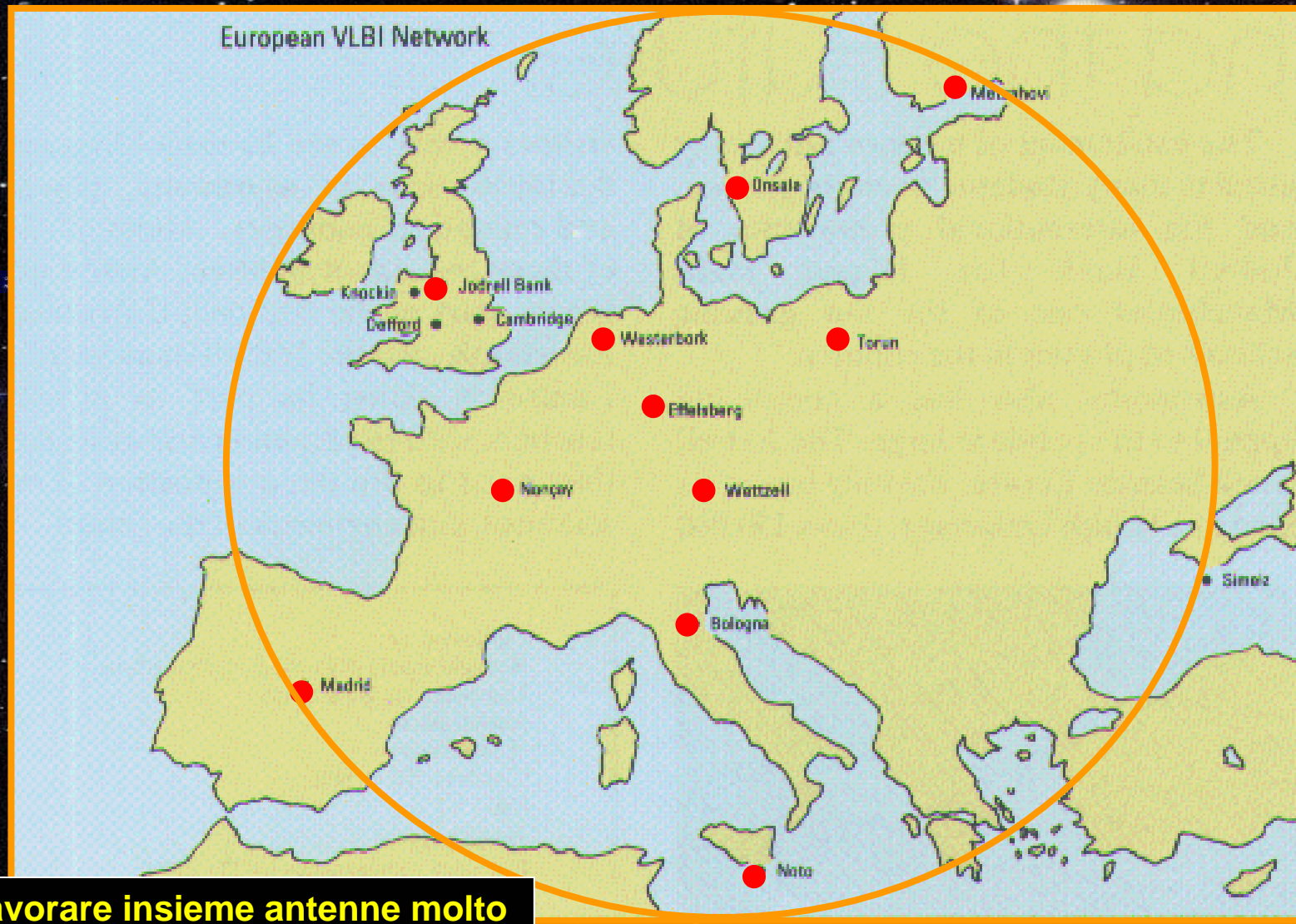
**Evpatoria:**  
 $F_{\text{trasmissione}} = 5.010024 \text{ GHz}$

**Serendip IV:**  
 -  $\Delta f = 0.6 \text{ Hz}$   
 -  $v = 35 \text{ mm/sec}$

**MSPEC0:**  
 -  $\Delta f = 30 \text{ Hz}$   
 - 1 solo blocco  
 On-Off



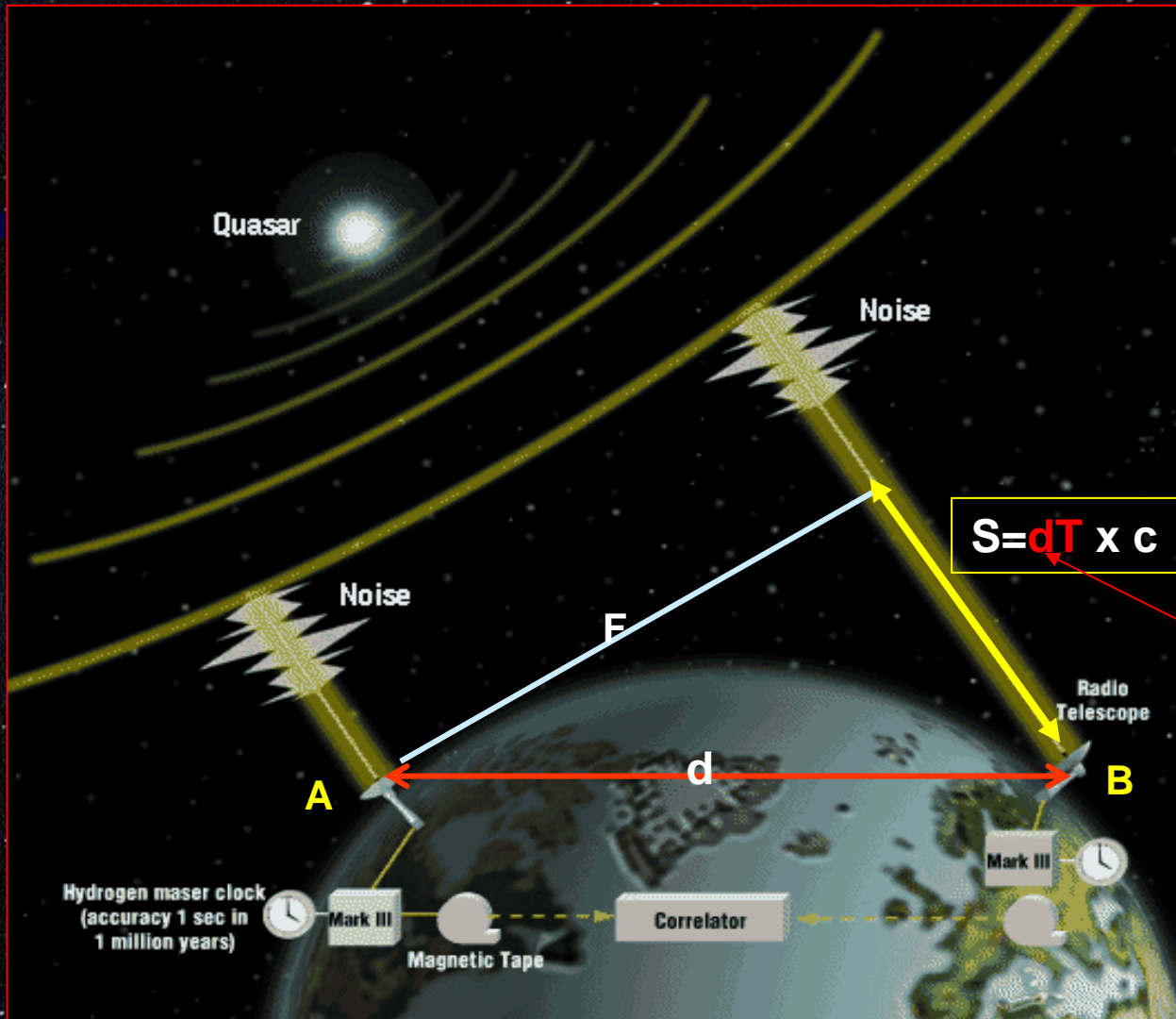




**Facendo lavorare insieme antenne molto distanti tra loro, si possono sintetizzare antenne con migliaia di km di diametro. In questo modo si raggiungono poteri risolutivi di millesimi di secondo d'arco.**

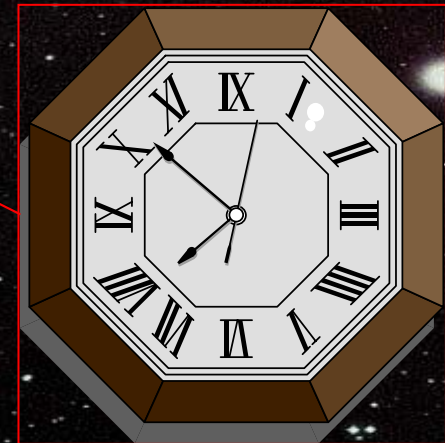


# Applicazioni del VLBI: GEODINAMICA



Essendo oggi possibile misurare il ritardo  $dT$  con la precisione del pico secondo ( $10^{-12}$  sec.), si può calcolare la distanza  $S$  (e quindi  $d$ ) con la precisione del mm quindi....

$$S = dT \times c$$



...si può mantenere controllata la distanza tra due antenne .



Baseline rate Matera-Wetzzell (mm/yr)  
VLBI/CGS93  $-5.9 \pm 1.1$  SLR/CGS93  $-5 \pm 2$

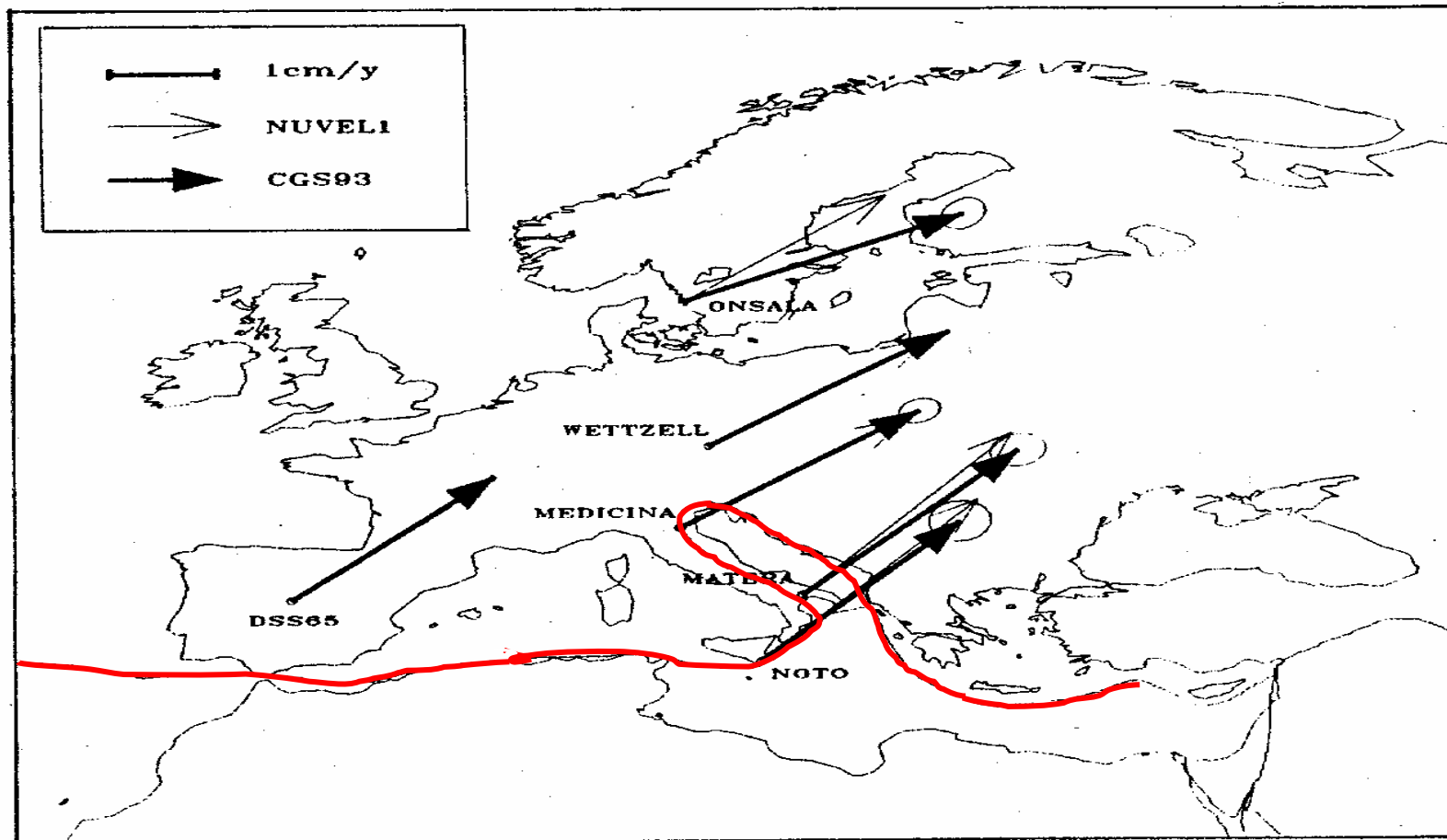


Fig. 1

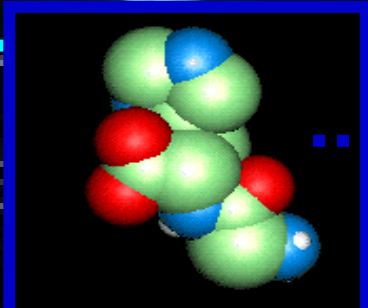


...ha senso chiedersi "siamo soli nell' Universo"?

**...oggi sì perchè.....**



**1) E` stata confermata la presenza di nuovi pianeti esterni al nostro sistema solare .**



**2) Sono stati rivelati, in nubi interstellari, molti elementi chimici e molecole complesse tra quelle necessarie alla chimica della nostra vita.**



**3) L' attuale tecnologia ci permette di effettuare i primi tentativi di ricerca.**

**SETI Searches Today**



# Quante civiltà potrebbero esistere nella via Lattea?

## Formula di Drake:

$$N = R \times f_p \times n_e \times f_l \times f_i \times f_c \times L$$



$$N = 12$$

**N**= numero di civiltà, nella via Lattea, le cui emissioni radio potrebbero essere rivelabili.

**R**= velocità di formazione (numero per anno) di stelle “adatte” (30).

**f<sub>p</sub>**= frazione di queste stelle che hanno sistemi planetari (20%).

**n<sub>e</sub>**=numero di pianeti per sistema con ambiente adatto alla vita (1).

**f<sub>l</sub>**= frazione dei pianeti in cui la vita si evolve (10%).

**f<sub>i</sub>**= frazione di pianeti in cui si evolve vita “intelligente” (20%).

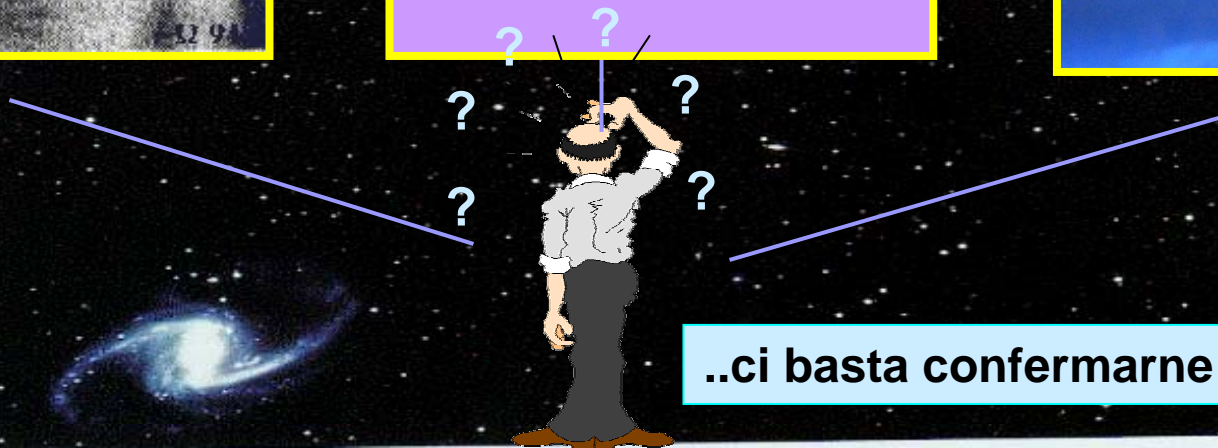
**f<sub>c</sub>**= frazione del numero di civiltà che sviluppano una tecnologia in grado di lasciare un segno della loro esistenza nello spazio (10%).

**L**= periodo di tempo in cui questa civiltà rilascia nello spazio segni della sua presenza (es. onde radio) (1000 anni).



# Se esistono altri esseri intelligenti, come potrebbero essere?

...non ci interessa conoscerne le sembianze.....



..ci basta confermarne l'esistenza!



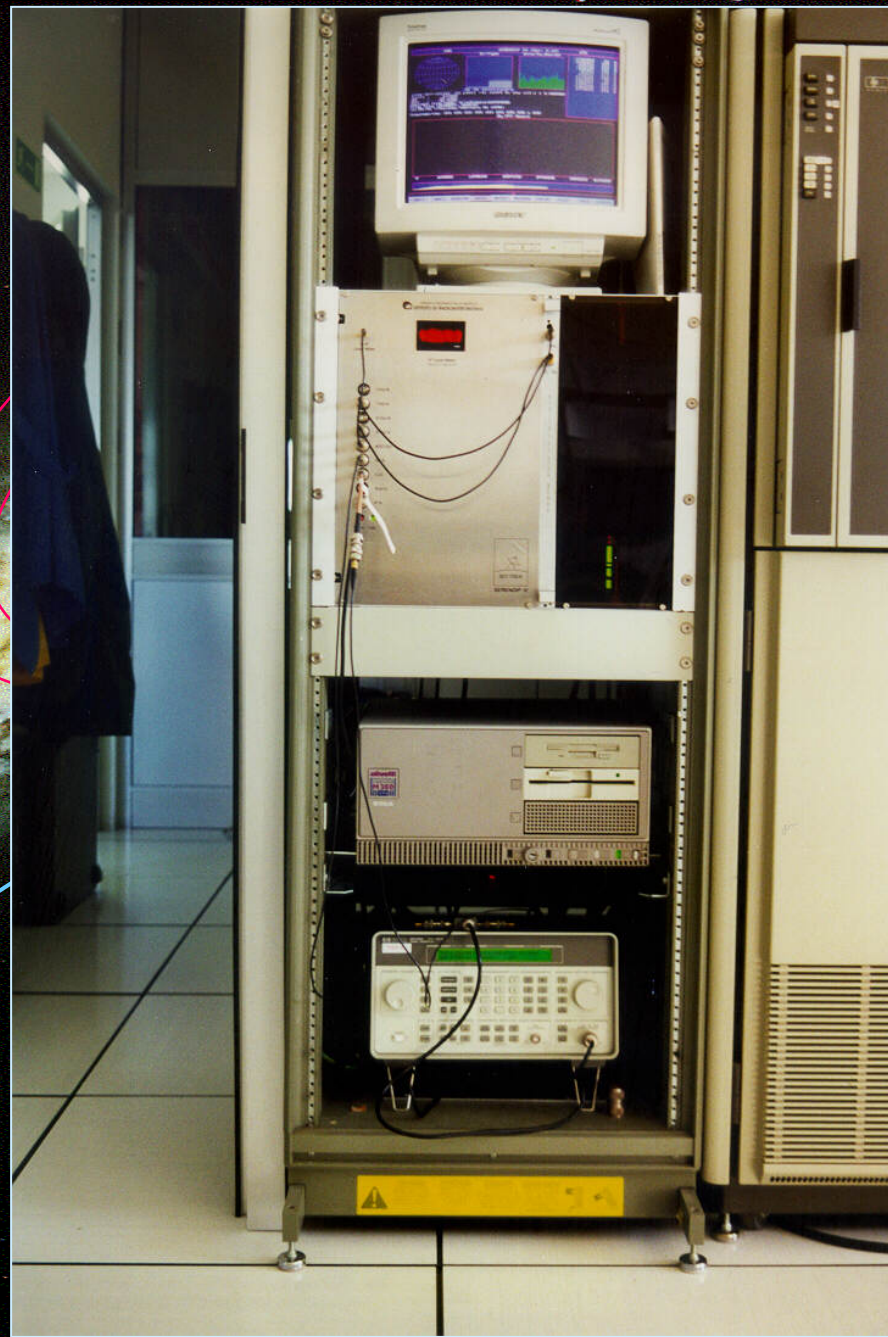
## Il programma SETI

### Il Programma SETI

si propone di cercare evidenze di segnali radio di origine intelligente mediante l'uso di grandi radiotelescopi e "potenti" analizzatori di spettro.....

<http://www.Seti-italia.cnr.it>

Via Lattea

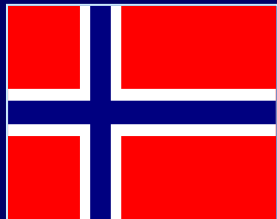






# EMBLA 2000 PROJECT

Una Collaborazione tra:



The Østfold College of Engineering-Norway

Istituto di Radioastronomia -Italy-



<http://www.Hessdalen.org>



**Il progetto Embla scaturisce da una collaborazione tra il CNR (Istituto di Radioastronomia), il CIPH e l' Ostfold College of Engineering Norvegese. Il fine è quello di indagare su uno dei fenomeni fisici più complessi, intriganti ed inquietanti degli ultimi tempi:**



**LE SFERE LUMINOSE DELLA VALLE DI HESSDALEN**



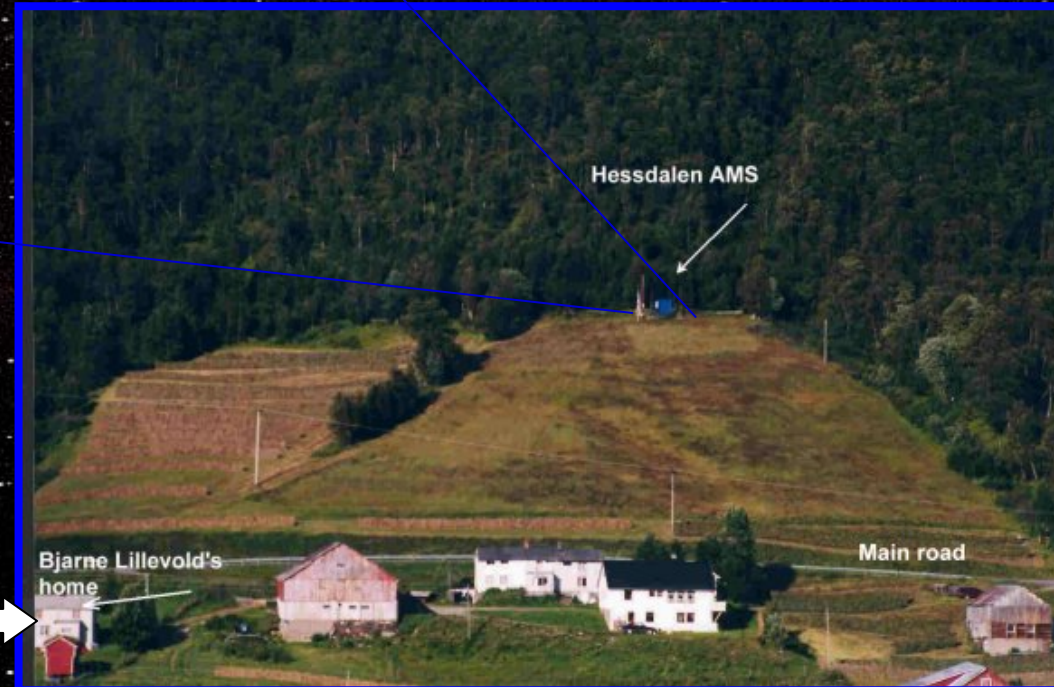
# H10 e telecamera automatica



**TELECAMERA  
Automatica**

Nell' estate del 1998 e' stata installata una telecamera automatica in funzione 24 ore su 24. Le immagini degli allarmi sono visibili nel sito:

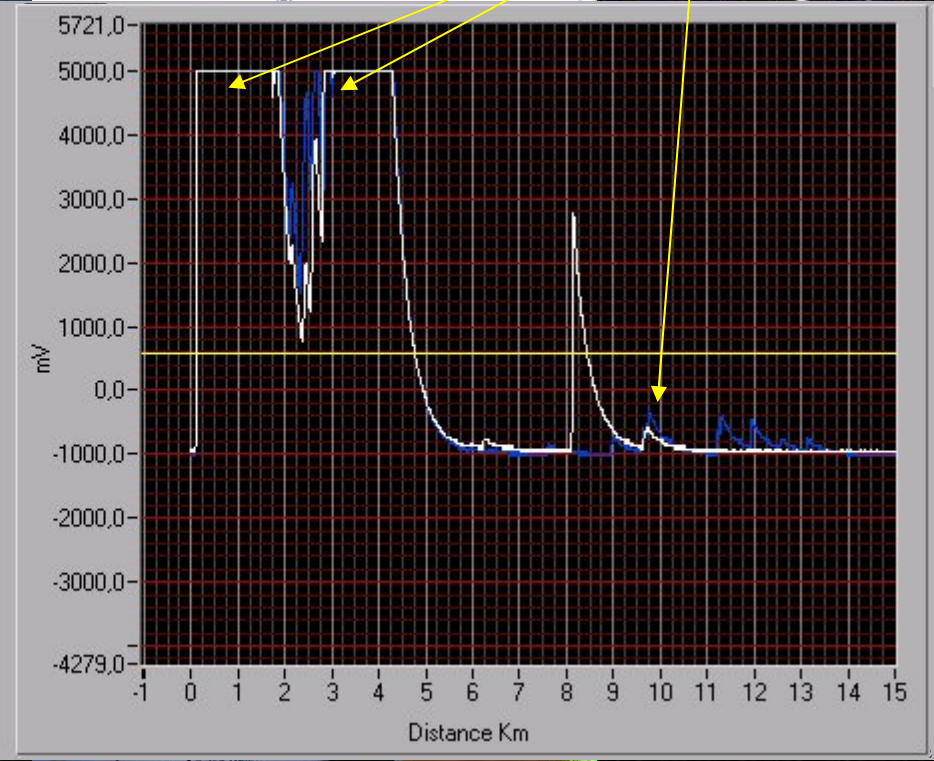
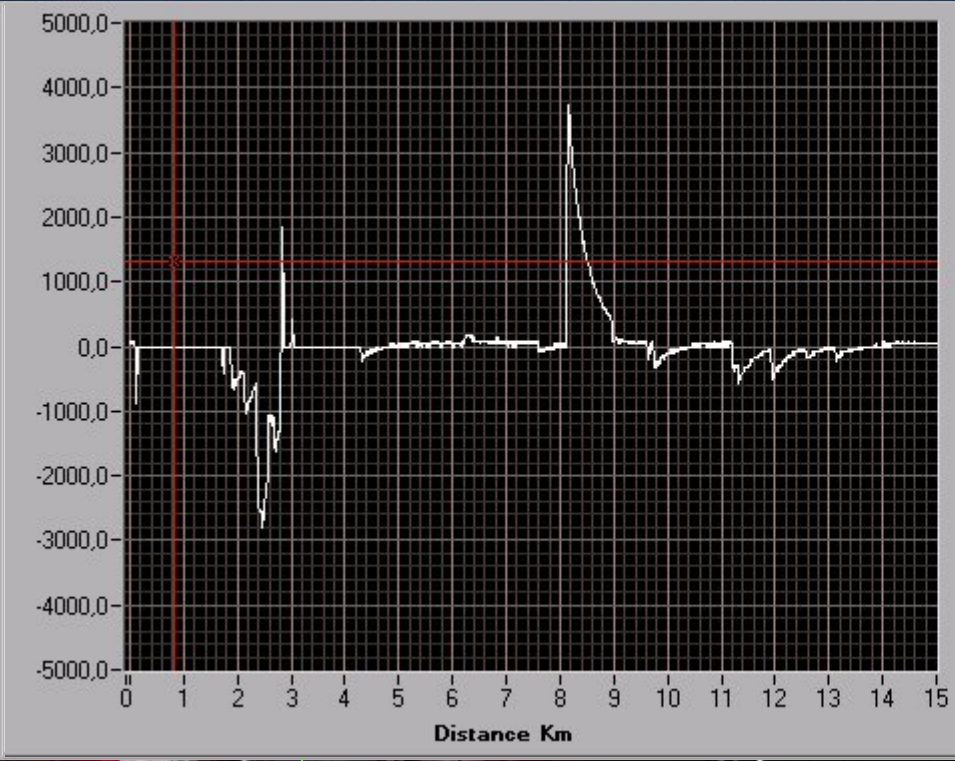
<http://www.Hessdalen.org>



Fattorie le cui luci sono visibili in tutte le immagini "notturne"



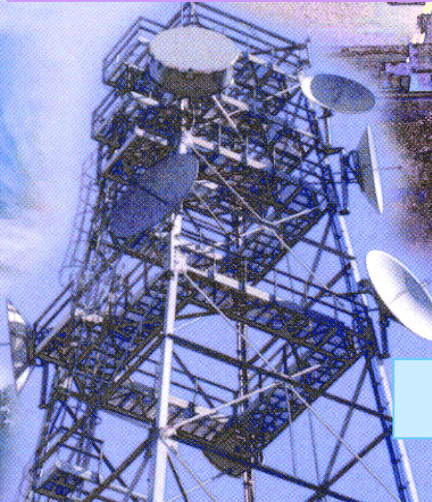
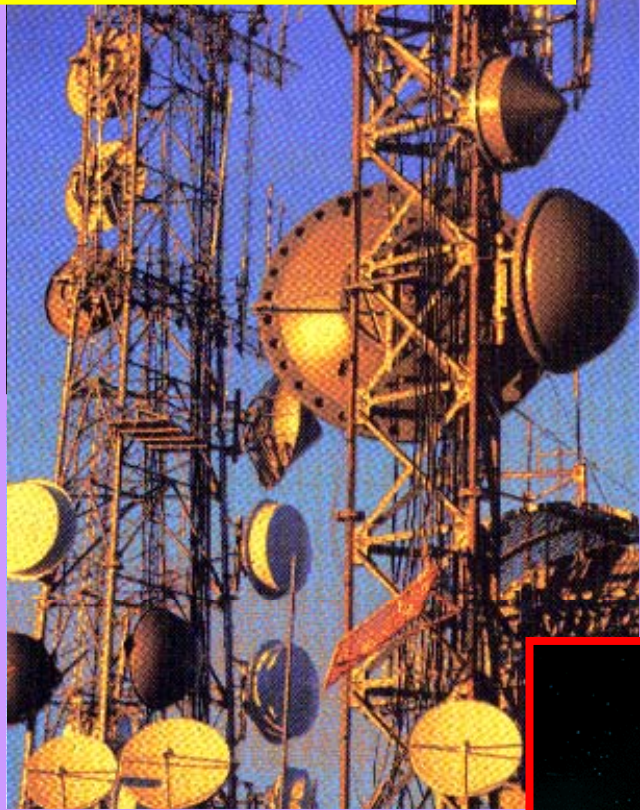
Echi Fissi  
(colline)



In alcuni spostamenti rilevati con il Radar  
si sono misurate velocità di circa 8000 Km/h



# PROBLEMA INTERFERENZE RADIO





# SKA

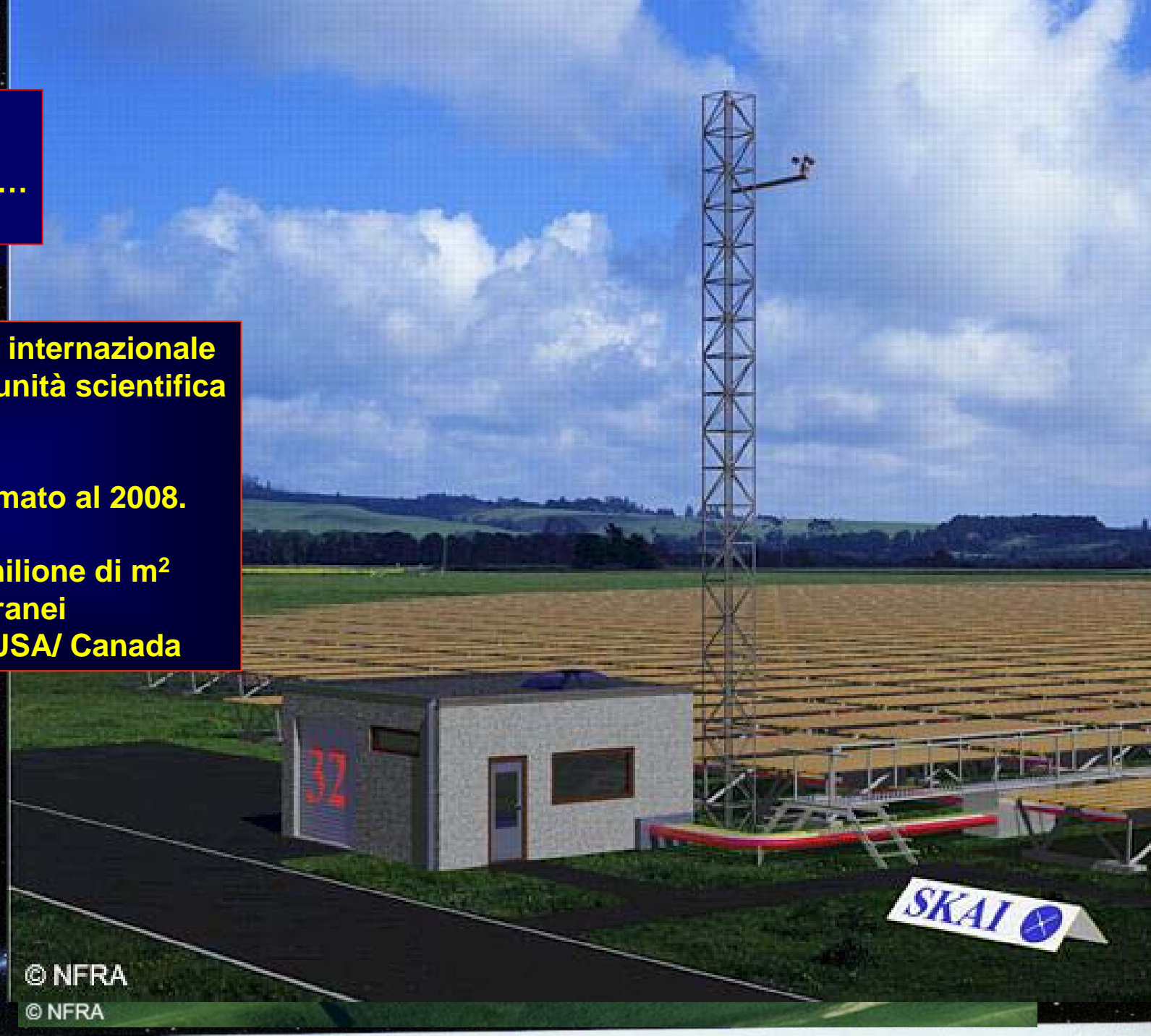
IL RADIOTELESCOPIO...

..... "globale"

E' un radiotelescopio internazionale  
allo studio della comunità scientifica  
mondiale.

Inizio costruzione stimato al 2008.

- Area Coltrice: 1 milione di m<sup>2</sup>
- 100 fasci contemporanei
- Australia /Europa/ USA/ Canada



© NFRA

© NFRA



# Radioastronomia

## Amatoriale ....

## quale ruolo?

La radioastronomia amatoriale ha come fine quello di trovare qualcosa di nuovo ed inusuale. Come gli astrofili nel campo ottico scoprono la maggior parte delle comete ed asteroidi, la radioastronomia amatoriale punta a rivelare nuove radiosorgenti o radiosorgenti che hanno avuto improvvise e violente variazioni di flusso (flare), fenomeni transienti come megapulse in pulsar o segnali ET (SETI).



**1- I grandi e costosi radiotelescopi si concentrano su sorgenti per poco tempo.....  
i radiotelescopi amatoriali possono invece tenere sotto controllo vaste porzioni di cielo  
per molto tempo.**

**2- Un grande contributo può essere dato a tematiche del tipo:**

- Spettroscopia,
- Seti,
- Osservazioni nel continuo (non-imaging astronomy),
- Costituzione di una rete di controllo delle interferenze radio,
- Studio degli echi radar nel controllo degli asteroidi (NEO),
- Monitoraggio dei detriti spaziali,



**La radioastronomia amatoriale si può fare o usando tecniche di imaging o tecniche di non-imaging.**

- Imaging radioastronomy: servono antenne di dimensioni notevoli, ricevitori a larga banda a basso rumore e basso livello di interferenze radio .

$$\Delta t = k \frac{T_{sys}}{\sqrt{B\tau}}$$

- non-imaging radioastronomy: dove si studiano nel dominio del tempo i livelli del segnale radio da “sorgenti” come Giove, il Sole (flares) o altre sorgenti forti (Cassiopea, Virgo A ecc..). In questo caso bastano antenne più semplici e ricevitori molto meno costosi



## Radioastronomia amatoriale .....

<http://www.Sumante.com> **fabricante cinese.**

**Punti principali da affrontare  
nella costruzione di un  
radiotelescopio amatoriale:**

**1- ANTENNA (Nuova / Usata/ Array)**

**2- RICEVITORE**

**3- Acquisizione dati**

**4- Software**



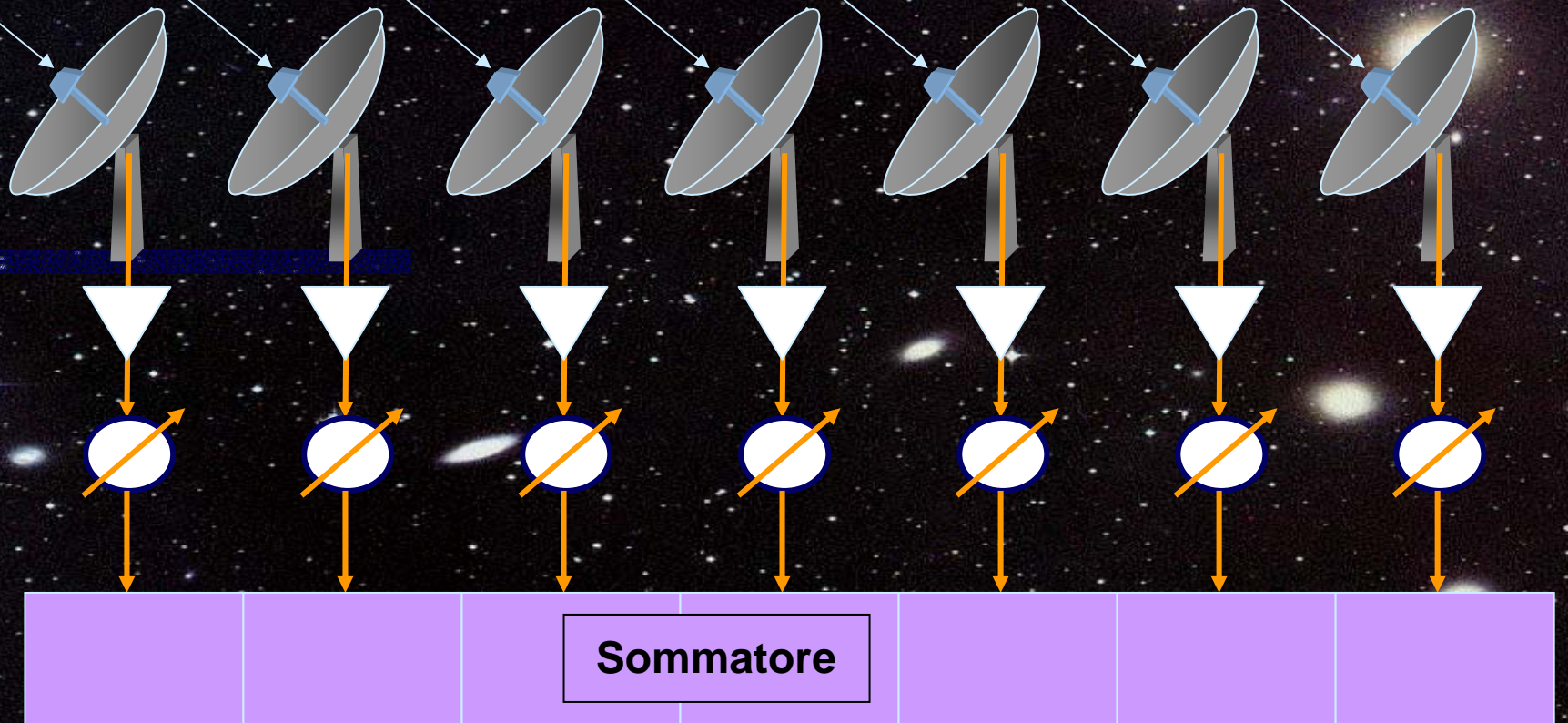


Affrontiamo ora l' argomento.....

L' attuale tecnologia rende possibile la costruzione di radio telescopi a grandi prestazioni e a costi contenuti sfruttando gli .....

**...Array di antenne...**





Acq. dati.

Acq. dati.



Si può sintetizzare una grande antenna installando molte parabole a basso costo....



Supponiamo un array di 225 “paraboline” da 1.5 m di diametro.....



$S \approx 1.8 \text{ m}^2$  (Area geometrica)

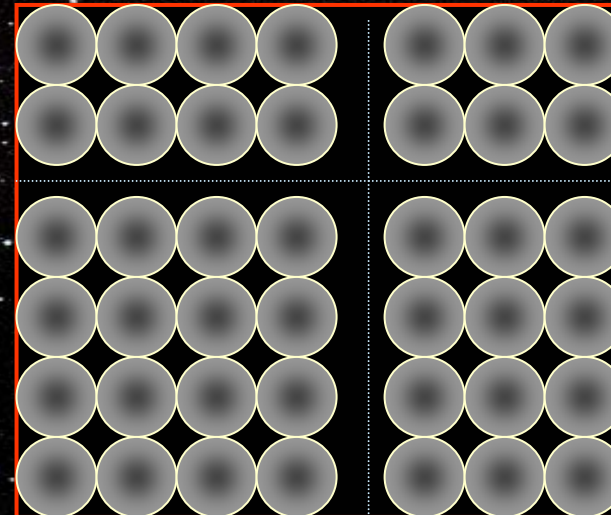
$S_{\text{totale}} = 1.8 \times 225 = 405 \text{ m}^2$

$405 \text{ m}^2 \rightarrow$  Parabola di 11.4 m di diametro!!

Array di 15x15  
paraboline

$\alpha = 57.3/107$   
 $= 32'$

22.5 m



$\delta = 57.3/107$   
 $= 32'$

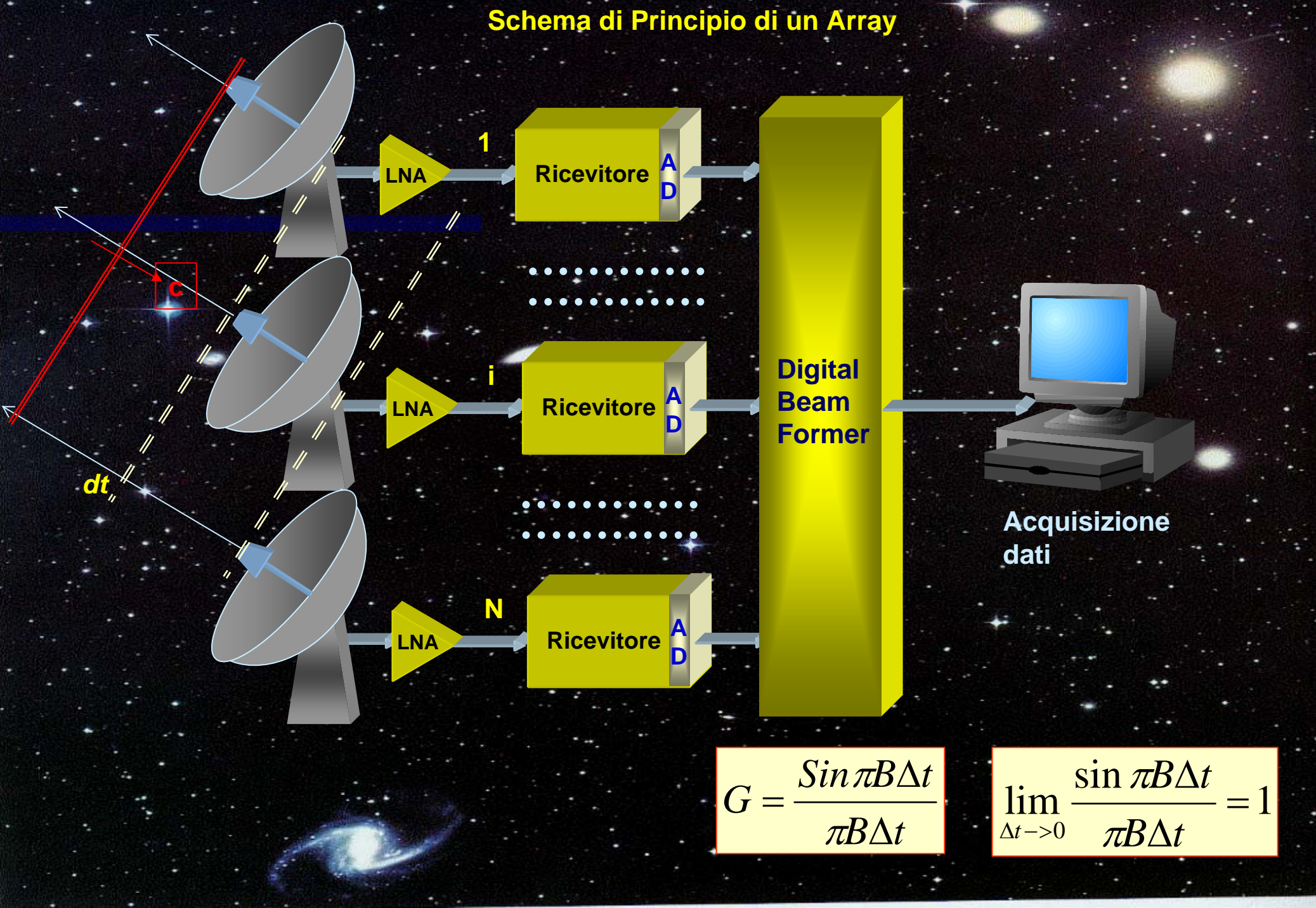
22.5 m

Direttività =  $41200 / (0.53 \times 0.53) = 51.6 \text{ dB}$

$G = 4\pi A_{\text{eff}} / \lambda^2 = 12.56 \times 240 / 0.044 = 48.3 \text{ dB}$



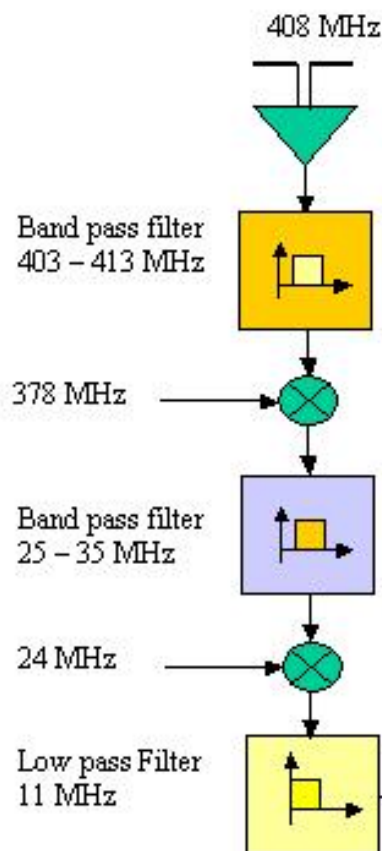
# Schema di Principio di un Array



$$G = \frac{\sin \pi B \Delta t}{\pi B \Delta t}$$

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\sin \pi B \Delta t}{\pi B \Delta t} = 1$$

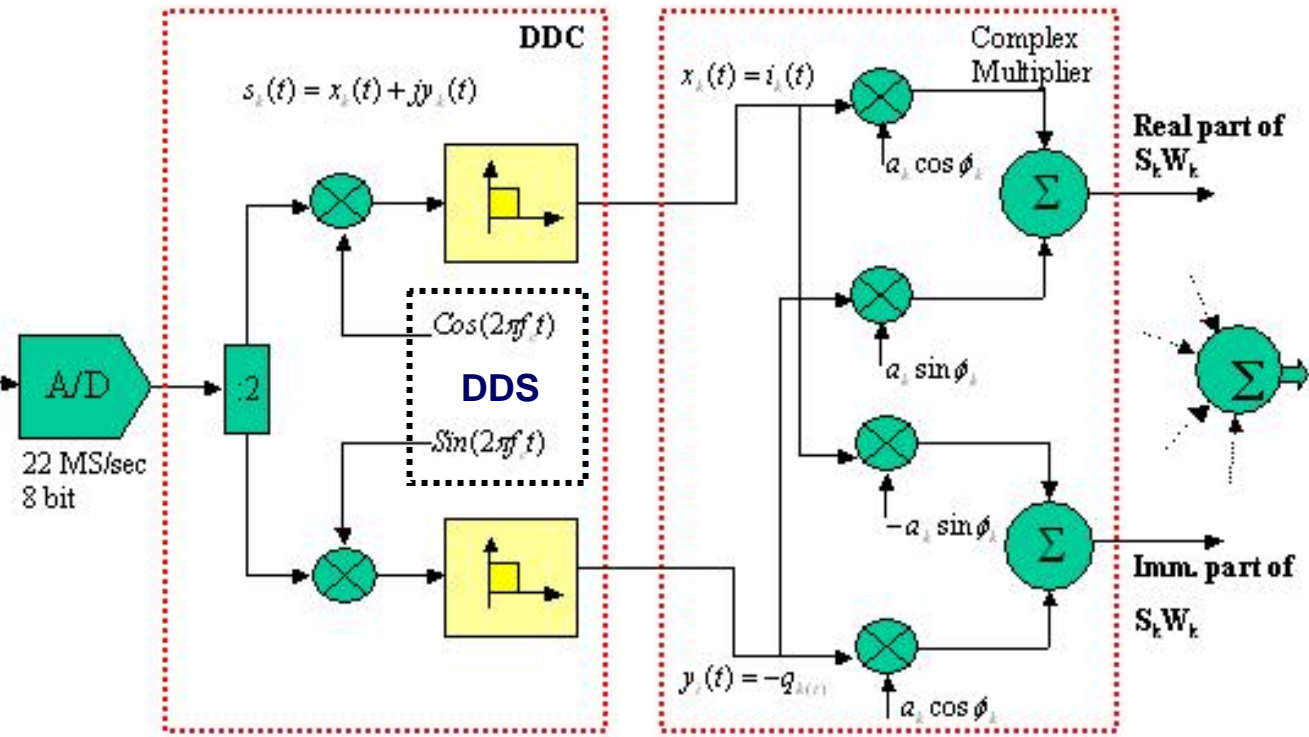




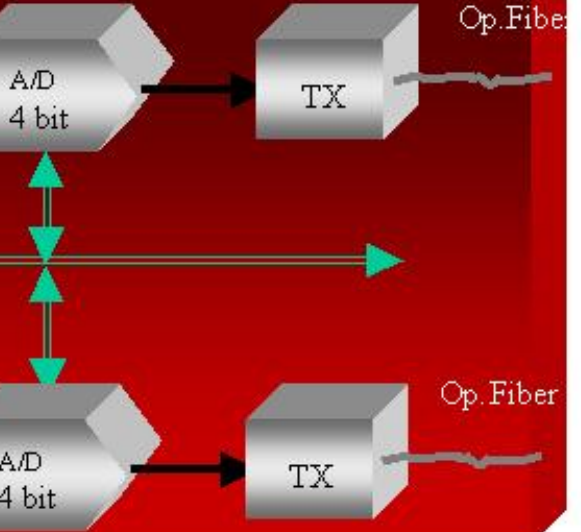
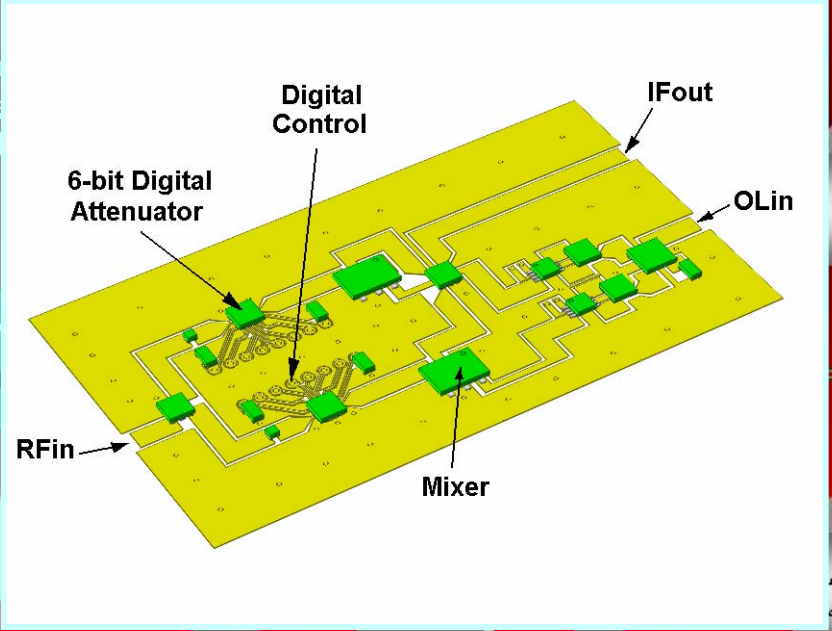
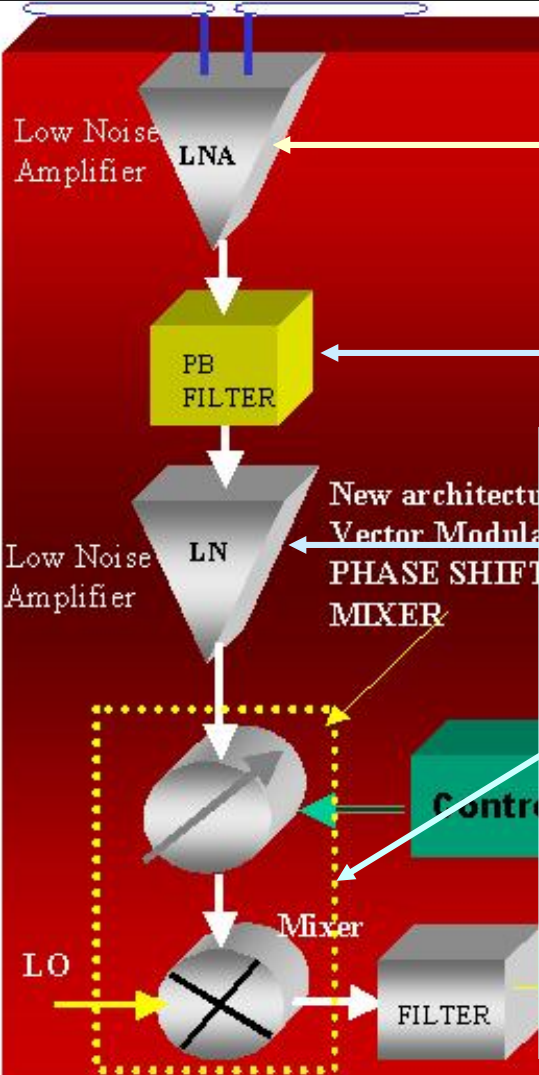
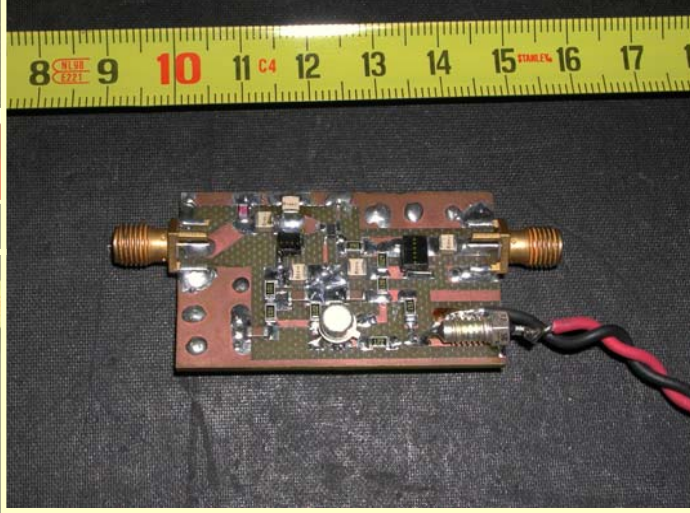
$$W_k = a_k e^{j\phi_k} = a_k \cos \phi_k + j a_k \sin \phi_k$$

$$S_k(t) = x_k(t) + jY_k(t)$$

$$S_k(t)W_k = a_k [x_k(t) \cos \phi_k - Y_k(t) \sin \phi_k] + j a_k [x_k(t) \sin \phi_k + Y_k(t) \cos \phi_k]$$







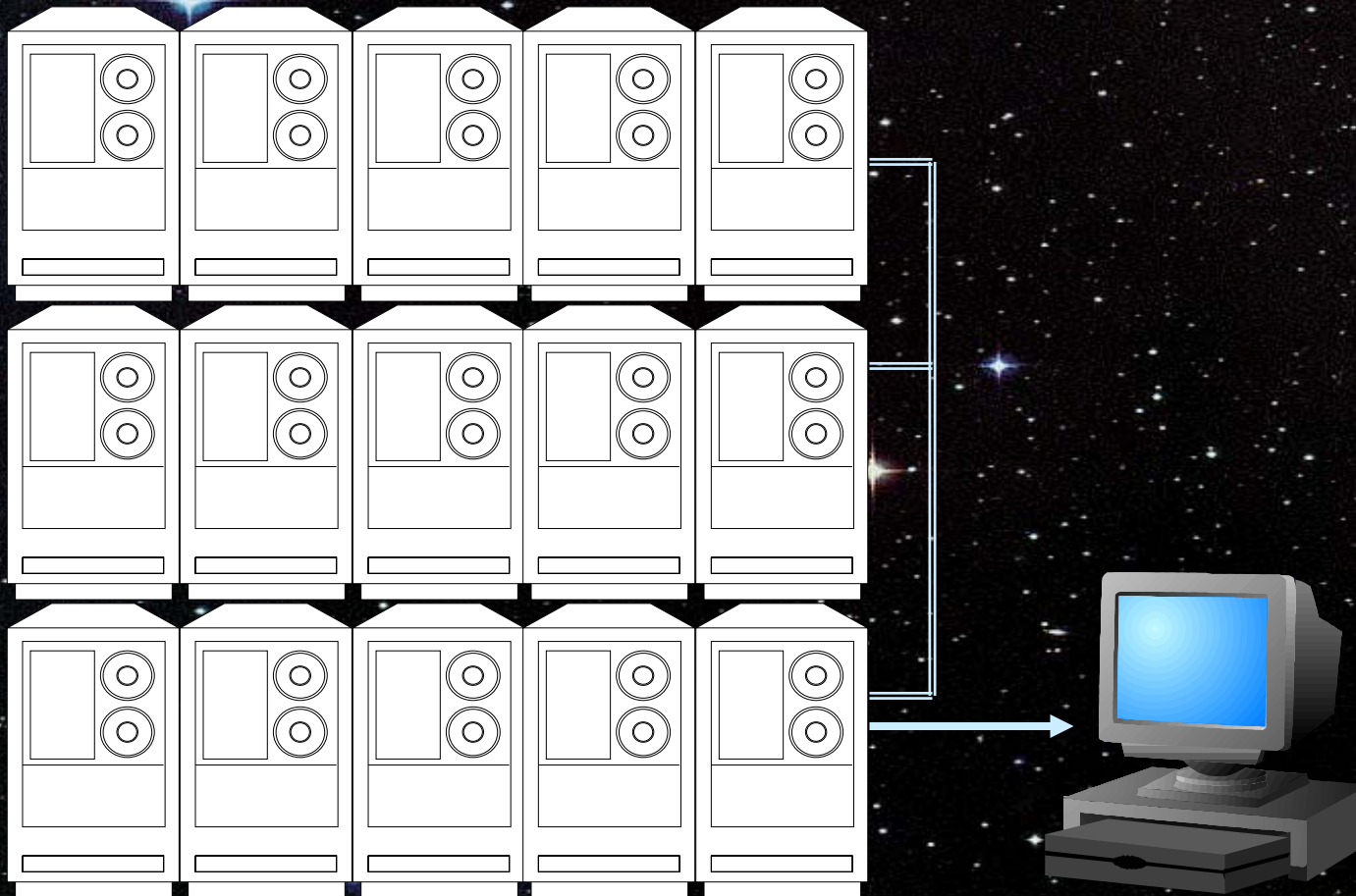


**Beamformer: come è vantaggioso usare cluster di parabole ... è pure vantaggioso usare cluster di PC.....**

$$W_k = a_k e^{j\phi_k} = a_k (\cos \phi_k + j \sin \phi_k)$$

$$S_k(t) = x(t) + jy(t)$$

$$S_k(t)W_k = a_k [x_k(t) \cos \phi_k - Y_k(t) \sin \phi_k] + ja_k [x_k(t) \sin \phi_k + Y_k(t) \cos \phi_k]$$

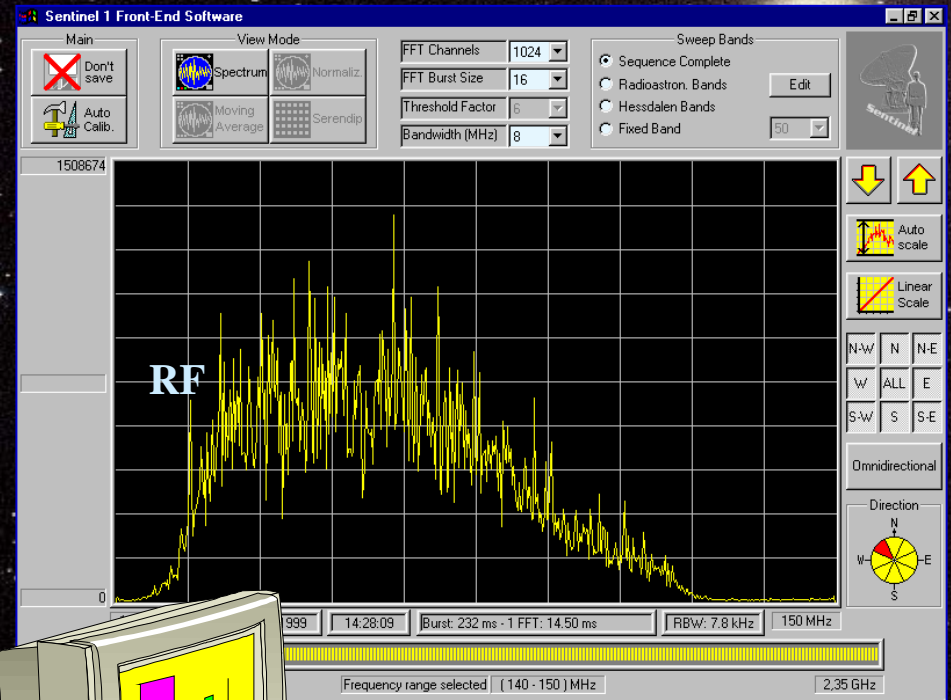
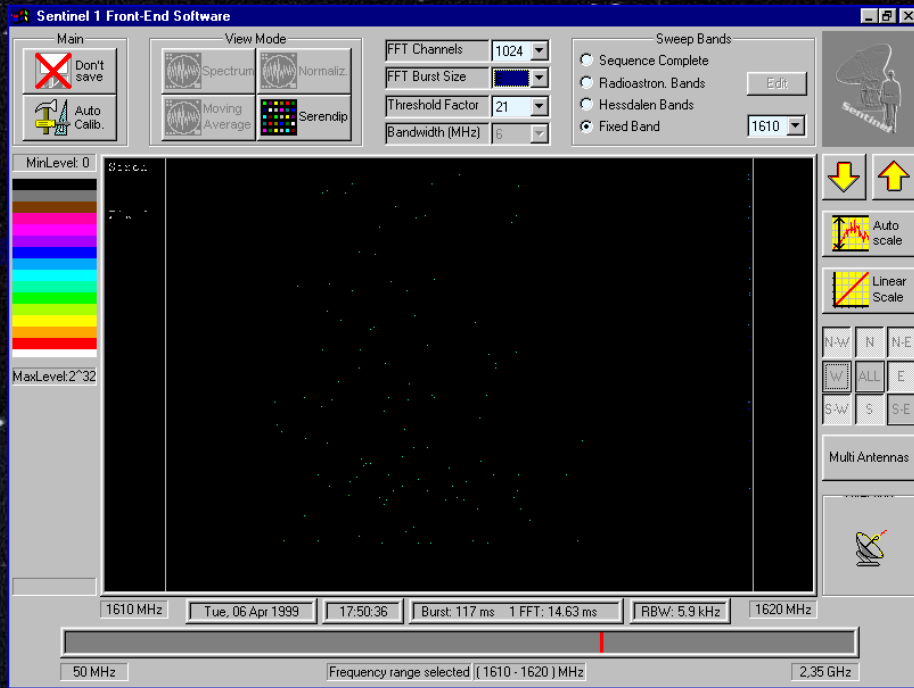




	Year Complete	Cost US\$k at completion	conversion to US\$	Inflation to 2002	cost US\$M 2002	Cost per 100m <sup>2</sup> US\$k
ATA[13] <sup>note 1</sup>	2001	US\$30	1	1.03	31	109
Lovell [1]	1957	£st630	2.8	10	17,640	389
Parkes [2]	1961	US\$1100	1	9.3	10,230	318
Effelsberg [3]	1972	DM34000	0.31	7.3	76,942	980
GBT [4]	2002	US\$100000	1	1	100,000	1155
VLA [5] <sup>note 2</sup>	1980	US\$78600	1	7.3	573,780	4329
VLBA [13] <sup>note 1</sup>	2001	US\$3000	1	1.03	3,090	629
Radioheliograph [5]	1967	US\$630	1	8.3	5,229	37
Molonglo [7,18] <sup>note 3</sup>	1967	US\$600	1	8.3	4,980	13
GMRT (Dish) [8]	1996	US\$400	1	1.35	540	34



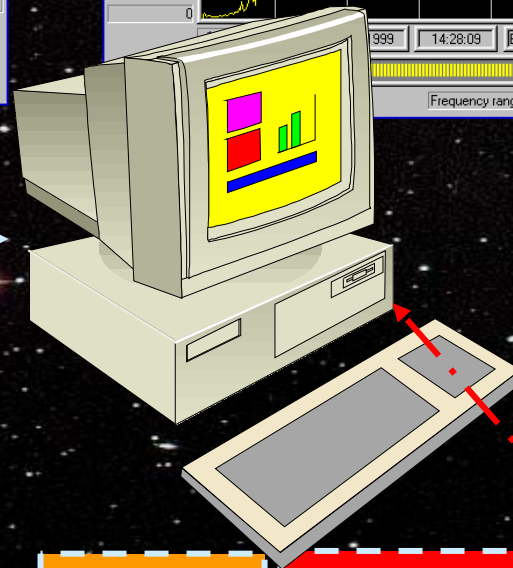
# Sentinel V: 10 MHz @ 1 Million Ch low cost spectrometer (~5 K\$)



Banda Base  
(dal Ricevitore)

A/D Board

PCI Bus



A/D  
n bit

N data  
Buffer

FFT

$a^2+b^2$



# conclusioni

Da terra è possibile studiare il cielo solo attraverso la finestra radio ed ottica.

La radioastronomia ha aperto una nuova finestra sull' universo. Un universo prima invisibile all' occhio umano si è rivelato grazie a nuovi strumenti: i **radiotelescopi** che ci permettono di “vedere” gli oggetti celesti alle frequenze radio.

La radioastronomia amatoriale può dare un fondamentale contributo nel SETI, nella rivelazione di echi radar (Space Debris e Neo), Spettroscopia, controllo delle interferenze radio e ..... soprattutto....

...può giocare un ruolo determinante nel fare avvicinare i giovani allo studio dell' universo!

**Grazie!**