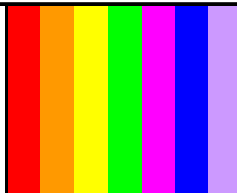


Seminario tecnico di aggiornamento sulle procedure di valutazione dell'impatto elettromagnetico degli impianti a radiofrequenza

**Tecniche e misure di campo E.M. dei
segnali di telefonia mobile**

Dott. Ing. Massimo Valle
Responsabile Settore Agenti Fisici
U.O. Fisica Ambientale

Spettro elettromagnetico complessivo

0 Hz										300 kHz - 300 GHz										430000 - 750000 GHz																								
campi statici	ELF	VLF	LF	MF HF VHF UHF SHF EHF						infra rosso							ultra violetto	X	γ																									
				RF (Radio Frequency)							luce visibile																																	
radiazioni non ionizzanti															radiazioni ionizzanti																													
1000 km - 1 km															700 - 400 nm															100 nm - ...														

Unità di misura - multipli e sottomultipli

Alcuni esempi di unità di misura utilizzate con appropriati prefissi

Frequenza [hertz] Hz, kHz, MHz, GHz

Campo magnetico [ampere/metro] mA/m, A/m

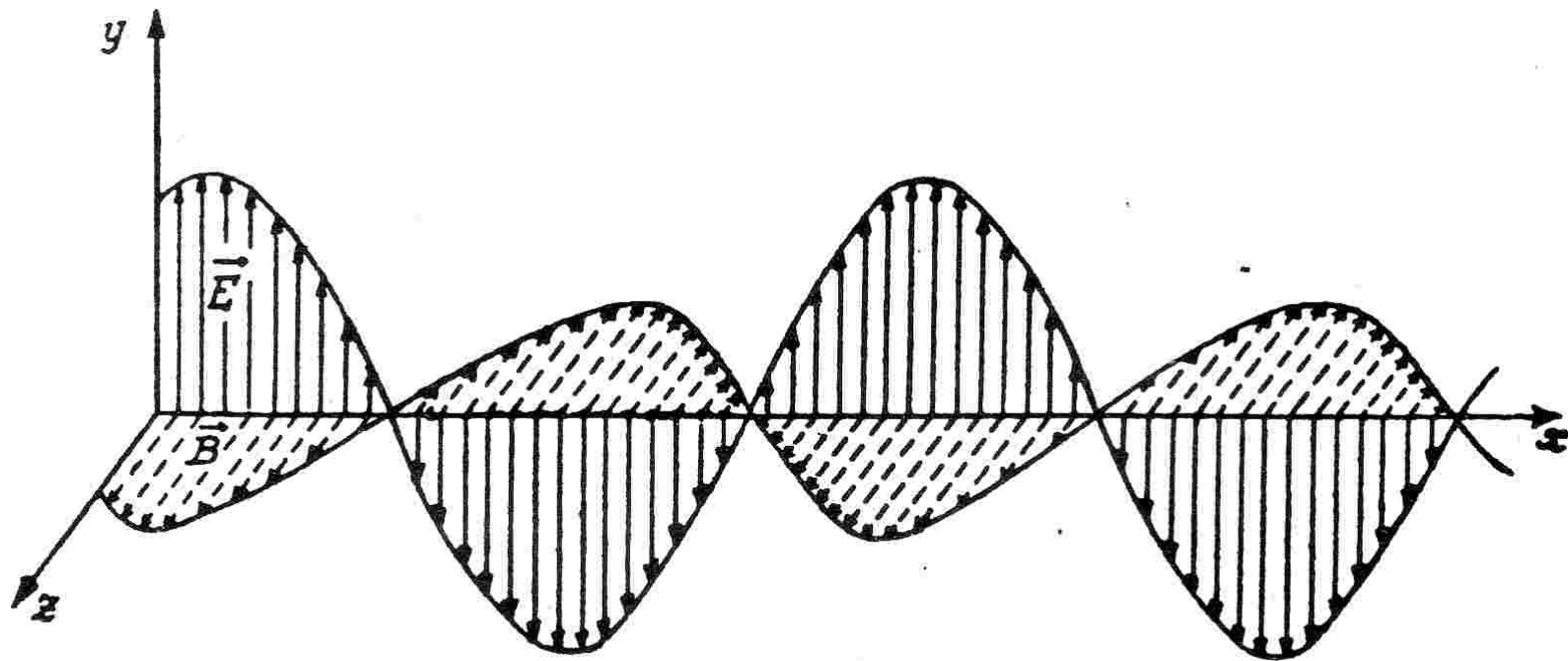
Induzione magnetica [tesla] μ T, mT

Campo elettrico [volt/metro] mV/m, V/m

Campo lontano – Campo vicino

	Campo vicino reattivo	Campo vicino radiativi (zona di Fresnel)	Campo lontano (zona di Fraunhofer)
Limite inferiore	0	3λ	$\text{Max} \{ \lambda, 2D^2 / \lambda \}$
Limite superiore	3λ	$\text{Max} \{ \lambda, 2D^2 / \lambda \}$	Infinito
Densità di potenza S	Indefinita	E^2/Z_0	E^2/Z_0
Ortogonalità fra E e H	No	Sì	Sì
Rapporto fra E e H	Indefinito	377 Ω	377 Ω
Tipo di onda	indefinito	Quasi piana (presente componente radiale di E)	Piana

Rappresentazione di un'onda elettromagnetica ad un istante fissato



Strumenti di misura

Le misure dei livelli di campo possono essere suddivise nelle seguenti categorie:

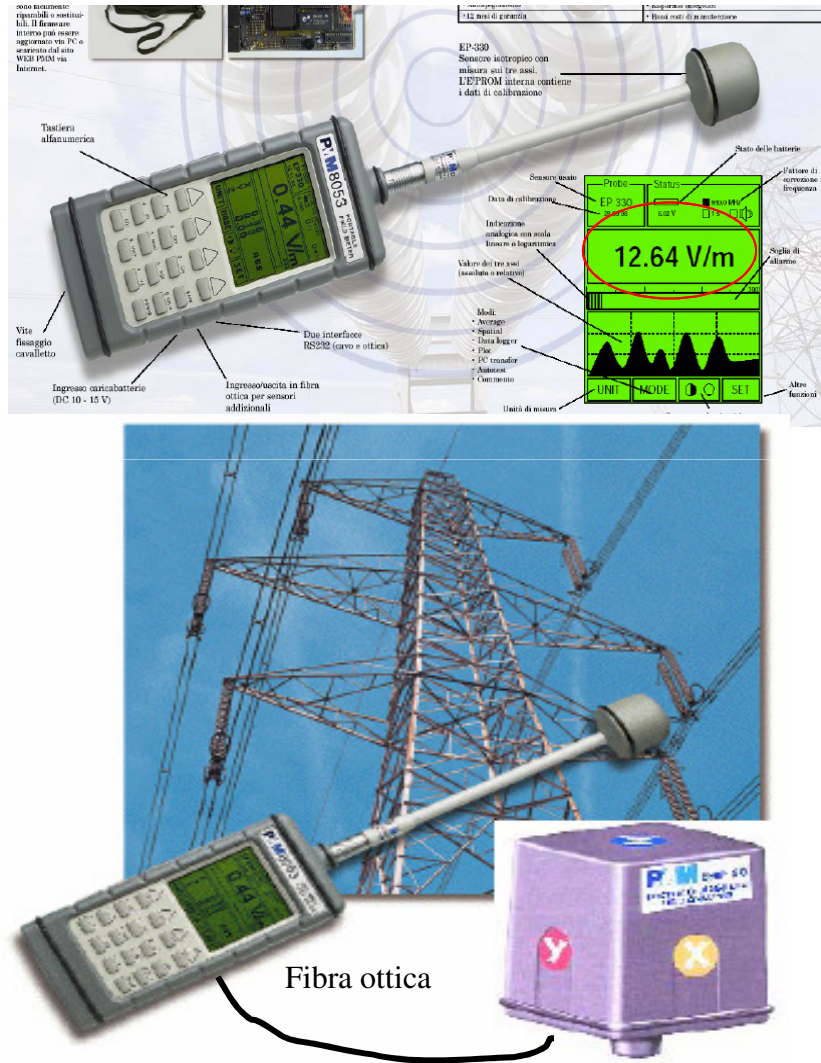
-misure di campo elettrico e magnetico a banda larga

- Una unica misura ricomprende tutte le frequenze di interesse
- rapida esecuzione
- non identifica contributi

-analisi di spettro elettromagnetico

- la misura identifica i contributi relativi alle diverse frequenze
- misura più lunga e laboriosa
- fornisce molte informazioni

Misuratore di campo a banda larga con sonda per campo elettrico (100 kHz - 3 GHz)

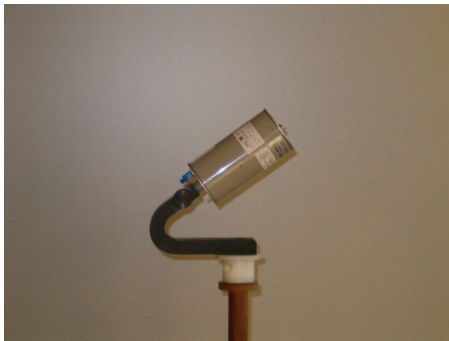


Banda di frequenza	100 kHz – 3 GHz
Intensità campo elettrico	0.3 – 300 V/m
Dinamica	> 60 dB
Errore assoluto	± 0.8 dB
Risoluzione	0.01 V/m
Sensibilità	0.15 V/m (tipico 0.1 V/m)
Risposta in frequenza	± 0.5 dB: 10 MHz – 300 MHz ± 1.5 dB: 3 MHz – 3 GHz
Reiezione ai campi magnetici	> 20 dB
Modalità di riduzione accoppiamento campo elettrico	Deviazione da isotropia max. ± 0.8 dB (930 – 1800 MHz)
Deriva termica	-20° – 0° C: -0.15 dB/°C 0° – 20° C: -0.05 dB/°C 0° – 50° C: ± 1 dB

Misure in banda stretta: sistemi di prima generazione

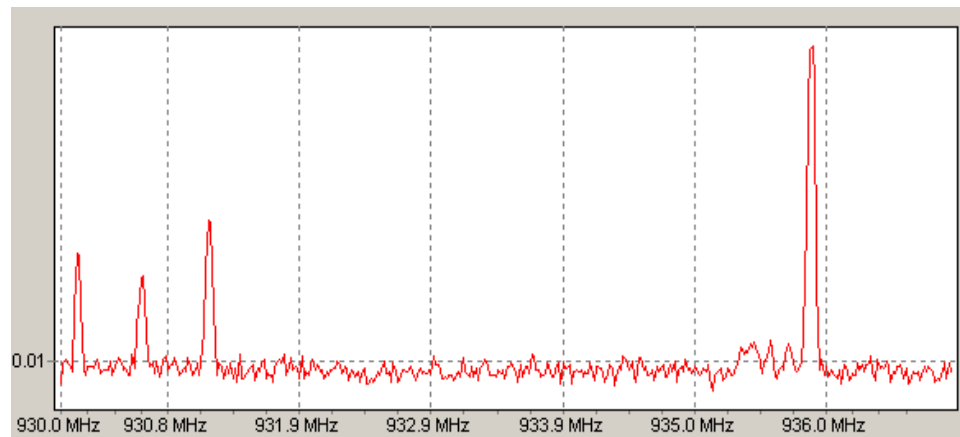
Antenne monoassiali

Richiedono la ripetizione della misura su più assi ortogonali



Collegando le antenne ad un analizzatore di spettro si ottiene la rappresentazione dello spettro elettromagnetico

Per poter interpretare il grafico occorre conoscere per ogni picco ovvero per ogni frequenza il fattore di antenna della particolare antenna utilizzata



Misure in banda stretta: analizzatore di spettro di nuova generazione

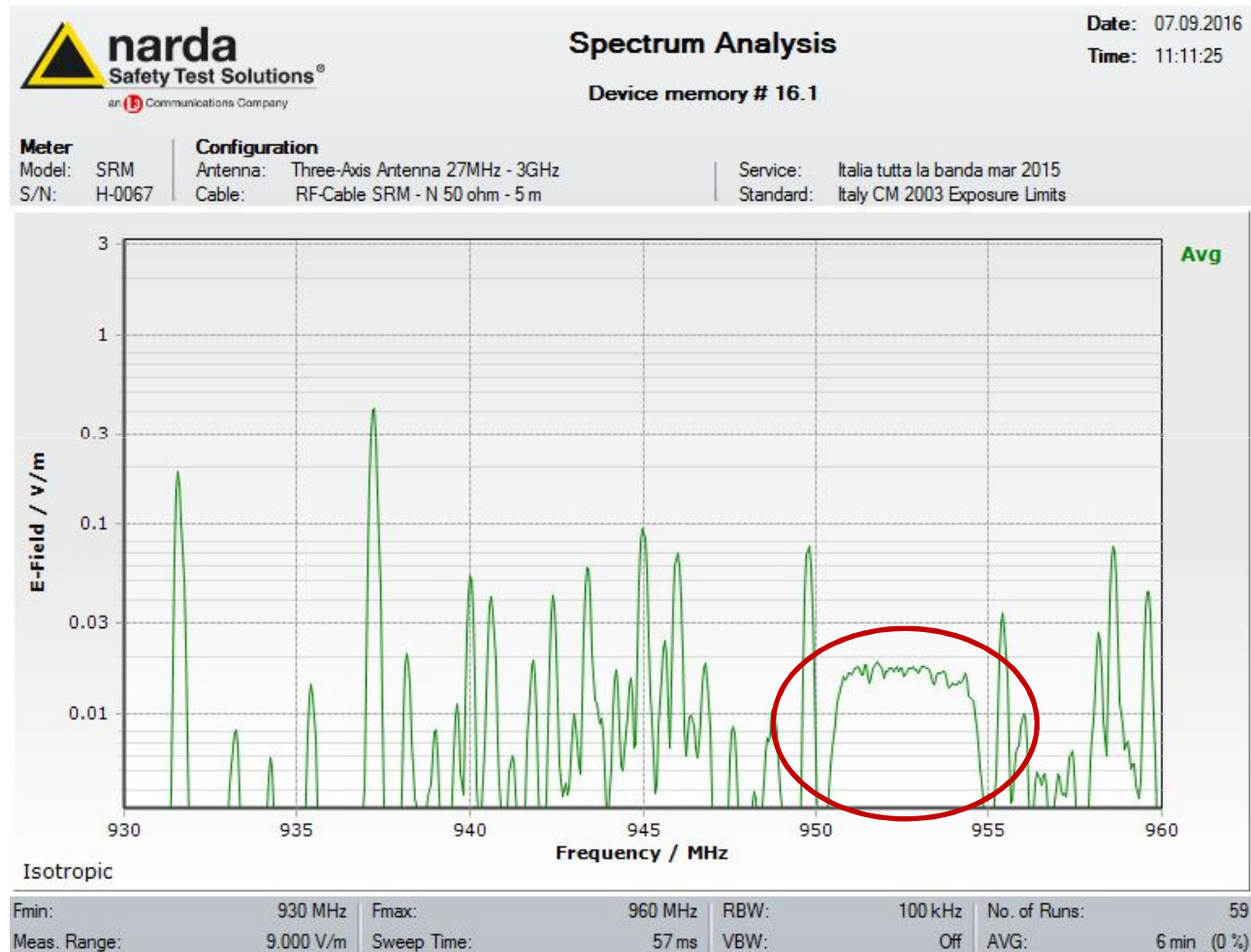


Sonda triassiale

Costituita da tre dipoli
ortogonali funzionanti
simultaneamente.

Rende la misura più
rapida e maggiormente
accurata

Misure in banda stretta: analizzatore di spettro di nuova generazione



Con questo tipo di strumentazione, oltre al classico spettro qui raffigurato, si ottengono ulteriori informazioni sulla struttura delle singole portanti. Ciò permette di effettuare le cosiddette estrapolazioni

Misure in banda stretta: analizzatore di spettro di nuova generazione



UMTS
Device memory # 14.1

Date: 07.09.2016
Time: 11:10:37

Meter
 Model: SRM
 S/N: H-0067

Configuration
 Antenna: Three-Axis Antenna 27MHz - 3GHz
 Cable: RF-Cable SRM - N 50 ohm - 5 m

Service: Italia tutta la banda mar 2015
 Standard: Italy CM 2003 Exposure Limits

Values			
Index	Scr	Ast	Avg
1	311	395.9 mV/m	400.1 mV/m
	Total	395.9 mV/m	400.1 mV/m
	Analog	653.0 mV/m	699.2 mV/m

Isotropic

Fcent:	2.167 6 GHz	Extrapolation:	Off	Sweep Time:	856 ms	No. of Runs:	10
Meas. Range:	9.000 V/m	Noise Suppr.:	Off	AVG:	32 (31 %)		



LTE
Device memory # 15.1

Date: 07.09.2016
Time: 11:11:02

Meter
 Model: SRM
 S/N: H-0067

Configuration
 Antenna: Three-Axis Antenna 27MHz - 3GHz
 Cable: RF-Cable SRM - N 50 ohm - 5 m

Service: Italia tutta la banda mar 2015
 Standard: Italy CM 2003 Exposure Limits

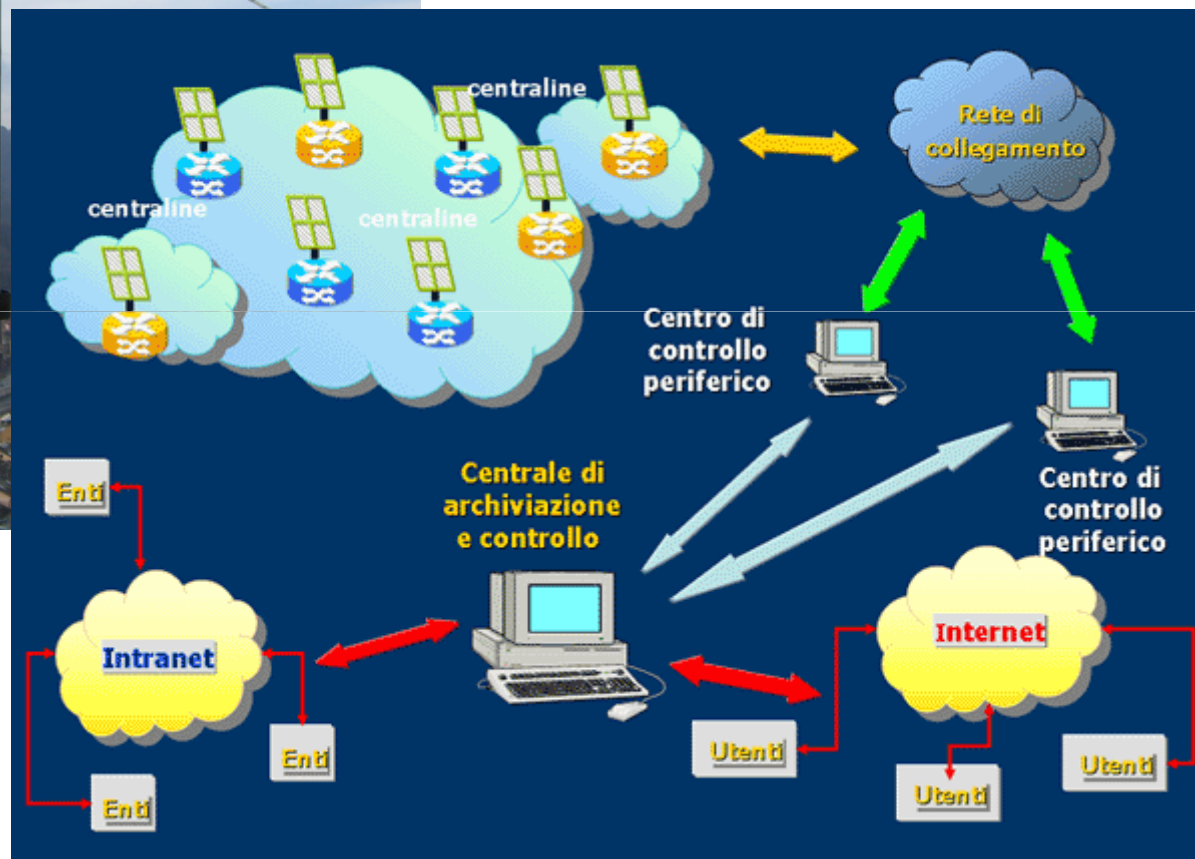
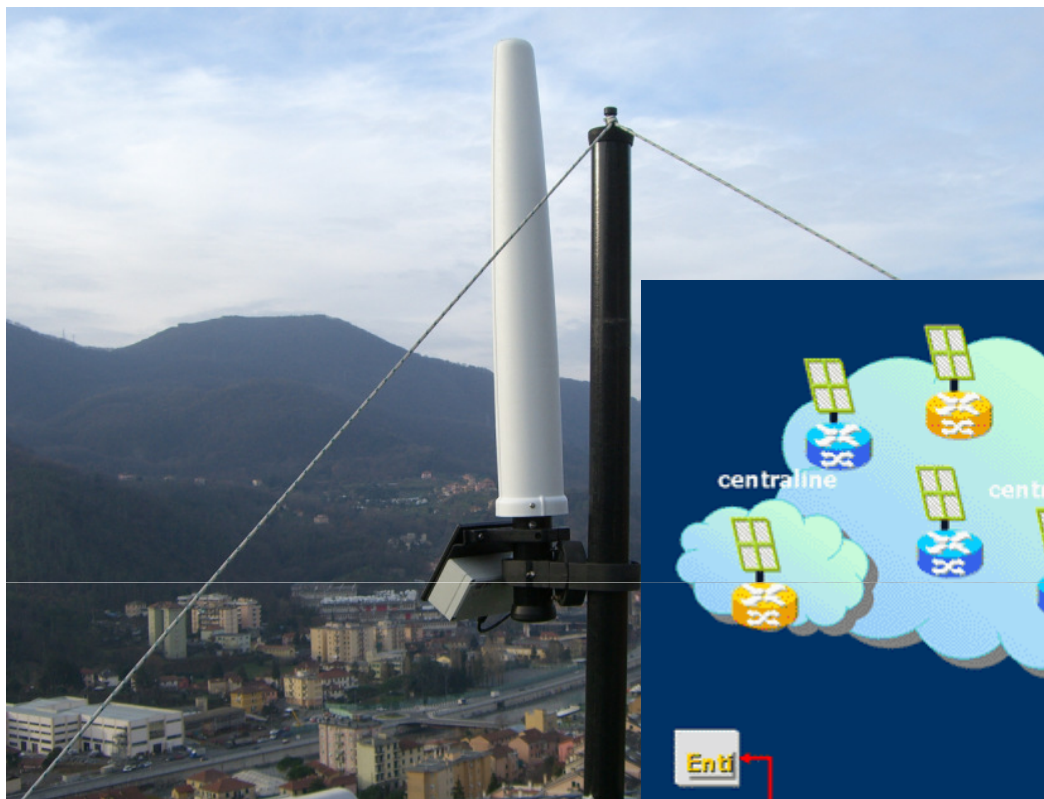
Values							
Index	Cell ID	No. Ant	Avg(RS Sum)	Avg(RS 0)	Avg(RS 1)	Avg(RS 2)	Avg(RS 3)
1	198	2	57.40 mV/m	34.75 mV/m	45.68 mV/m	0.000 V/m	0.000 V/m
	Total		57.40 mV/m	34.75 mV/m	45.68 mV/m	0.000 V/m	0.000 V/m
	Analog		438.8 mV/m				

Isotropic

Fcent:	1.87 GHz	CBW:	15 MHz	Sweep Time:	6.356 s	No. of Runs:	1
Meas. Range:	9.000 V/m	Extrapolation:	Off	Noise Suppr.:	Off	AVG:	16 (6 %)
		Cell Sync.:	Sync.	CP Length:	Normal		

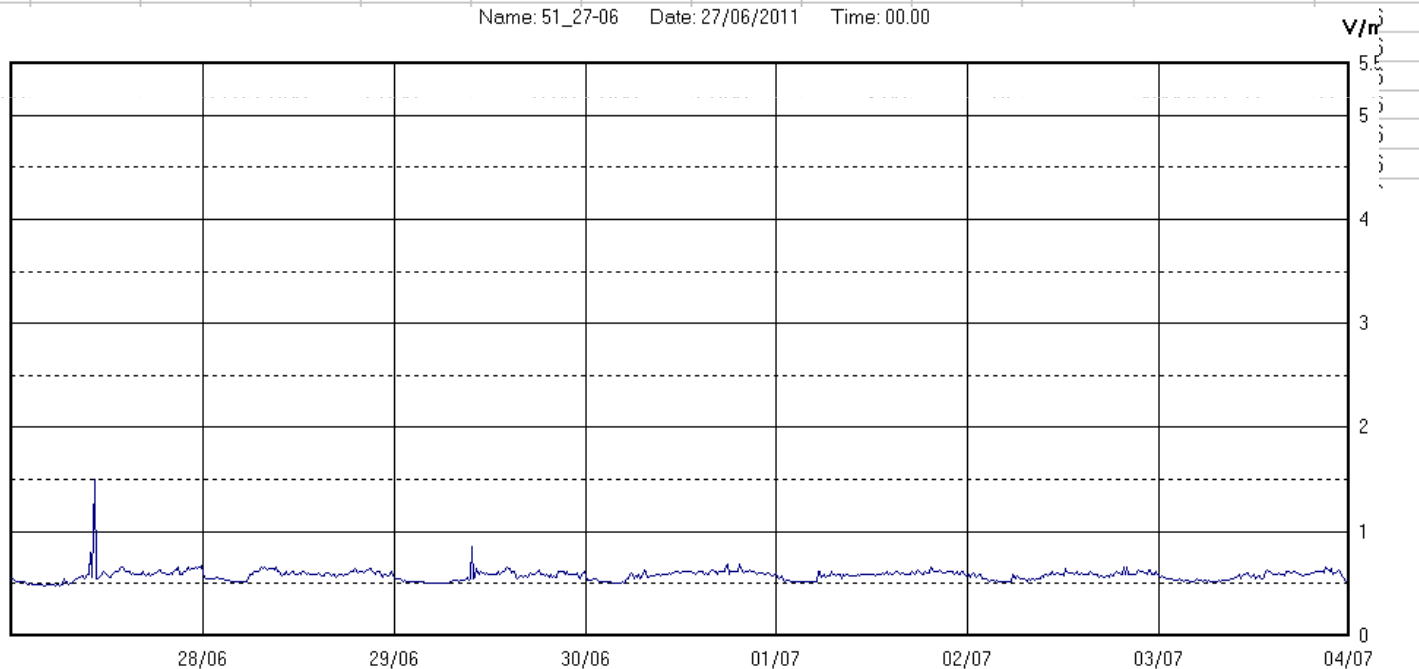
Sui sistemi di terza e quarta generazione è possibile effettuare la decodifica del segnale ottenendo i dati necessari per il calcolo della massima emissione dell'impianto

Reti di monitoraggio in continuo



Date	Time	TxOn	RMS W. V/m	RMS Lo. V/m	RMS Hi. V/m	Peak W. V/m	Peak Lo. V/m	Peak Hi. V/m	Battery V	Temp C°	Alarms AWPLCTV	Mask AWPLCTVMS	Avg Period
20/06/2011	11.24		0.56	LOW	LOW	0.63	LOW	LOW	4.88	26	.....	AWPLCT..S	Rms 6
20/06/2011	11.30		0.56	LOW	LOW	0.62	LOW	LOW	4.88	26	.....	AWPLCT..S	Rms 6
20/06/2011	11.36		0.57	LOW	LOW	0.64	LOW	LOW	4.88	26	.....	AWPLCT..S	Rms 6
20/06/2011	11.42		0.57	LOW	LOW	0.61	LOW	LOW	4.88	26	.....	AWPLCT..S	Rms 6
20/06/2011	11.48		0.57	LOW	LOW	0.64	LOW	LOW	4.88	26	.....	AWPLCT..S	Rms 6
20/06/2011	11.54		0.55	LOW	LOW	0.61	LOW	LOW	4.88	26	.....	AWPLCT..S	Rms 6
20/06/2011	12.00		0.56	LOW	LOW	0.62	LOW	LOW	4.88	26	.....	AWPLCT..S	Rms 6
20/06/2011	12.06		0.55	LOW	LOW	0.61	LOW	LOW	4.88	26	.....	AWPLCT..S	Rms 6
20/06/2011	12.12		0.55	LOW	LOW	0.6	LOW	LOW	4.88	26	.....	AWPLCT..S	Rms 6
20/06/2011	12.18		0.54	LOW	LOW	0.6	LOW	LOW	4.88	26	.....	AWPLCT..S	Rms 6
20/06/2011	12.24		0.56	LOW	LOW	0.67	LOW	LOW	4.88	26	.....	AWPLCT..S	Rms 6
20/06/2011	12.30		0.56	LOW	LOW	0.63	LOW	LOW	4.88	26	.....	AWPLCT..S	Rms 6
20/06/2011	12.36		0.55	LOW	LOW	0.62	LOW	LOW	4.88	26	.....	AWPLCT..S	Rms 6
20/06/2011	12.42		0.54	LOW	LOW	0.66	LOW	LOW	4.88	26	.....	AWPLCT..S	Rms 6
20/06/2011	12.48		0.57	LOW	LOW	0.66	LOW	LOW	4.88	26	.....	AWPLCT..S	Rms 6
20/06/2011	12.54		0.57	LOW	LOW	0.62	LOW	LOW	4.88	26	.....	AWPLCT..S	Rms 6
20/06/2011	13.00		0.55	LOW	LOW	0.62	LOW	LOW	4.88	26	.....	AWPLCT..S	Rms 6
20/06/2011	13.06		0.59	LOW	LOW	0.65	LOW	LOW	4.88	26	.....	AWPLCT..S	Rms 6

Name: 51_27-06 Date: 27/06/2011 Time: 00.00



Probe EP-3B-01 Mode:RMS