

Lampedusa 26 Aprile 2015

**Inquinamento
elettromagnetico da
sorgenti militari e civili**

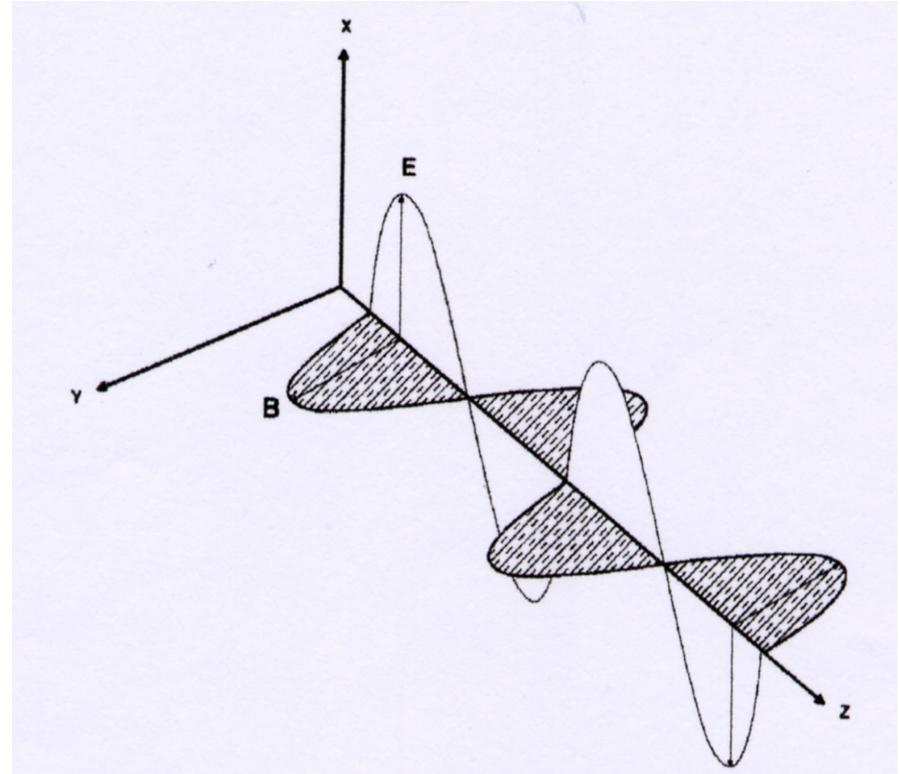
Il caso di Lampedusa



- 
- 1) Onde Elettromagnetiche effetti biologici e ambientali – norme di radioprotezione**
 - 2) Sorgenti presenti nell'isola di Lampedusa**
 - 3) Reti di radar costieri, l'esperienza della Sardegna**

Onde elettromagnetiche

Un'onda elettromagnetica che si propaga in una certa direzione è formata da un campo elettrico **E** e da un campo magnetico **B** che si propagano oscillando. L'onda propagandosi trasporta una certa quantità di energia **S**



Unità di misura:

E si misura in V/m (Volt-metro)

B si misura in T (Tesla)

S si misura in W/m^2 (Watt-metro quadro)

f è la frequenza dell'oscillazione, T il periodo ($f = 1/T$) La lunghezza d'onda $\lambda = c/f$

Onde elettromagnetiche

Sorgenti e spettro delle onde elettromagnetiche

Spettro Elettromagnetico

Denominazione		Sigla	Frequenza	Lunghezza	
Radiazioni Non Ionizzanti	Freq. estremamente basse	ELF	0 - 3 KHz	> 100 Km	
	Frequenze bassissime	VLF	3 - 30 KHz	100 - 10 Km	
	Radiofrequenze (RF)	Onde lunghe	LF	30 - 300 KHz	10 - 1 Km
		Onde medie	MF	300 KHz-3 MHz	1 Km - 100 m
		Alte freq.	HF	3 -30 MHz	100 - 10 m
		Freq.altissime	VHF	30 - 300 MHz	10 - 1 m
	Microonde (MO)	decimetriche	UHF	300 MHz-3 GHz	1 m - 10 cm
		centimetriche	SHF	3 - 30 GHz	10 - 1 cm
		millimetriche	EHF	30 - 300 GHz	1 cm - 1 mm
	Infrarosso	IR	0.3 - 385 THz	1000 - 780 nm	
	Luce visibile		385 - 750 THz	780 - 400 nm	
Ultravioletto	UV	750 - 3000 THz	400 - 100 nm		
Radiazioni Ionizzanti	Raggi X		> 3000 THz	< 100 nm	
	Raggi Gamma				

Radiazioni
non
ionizzanti

Radiazioni
ionizzanti

Onde elettromagnetiche

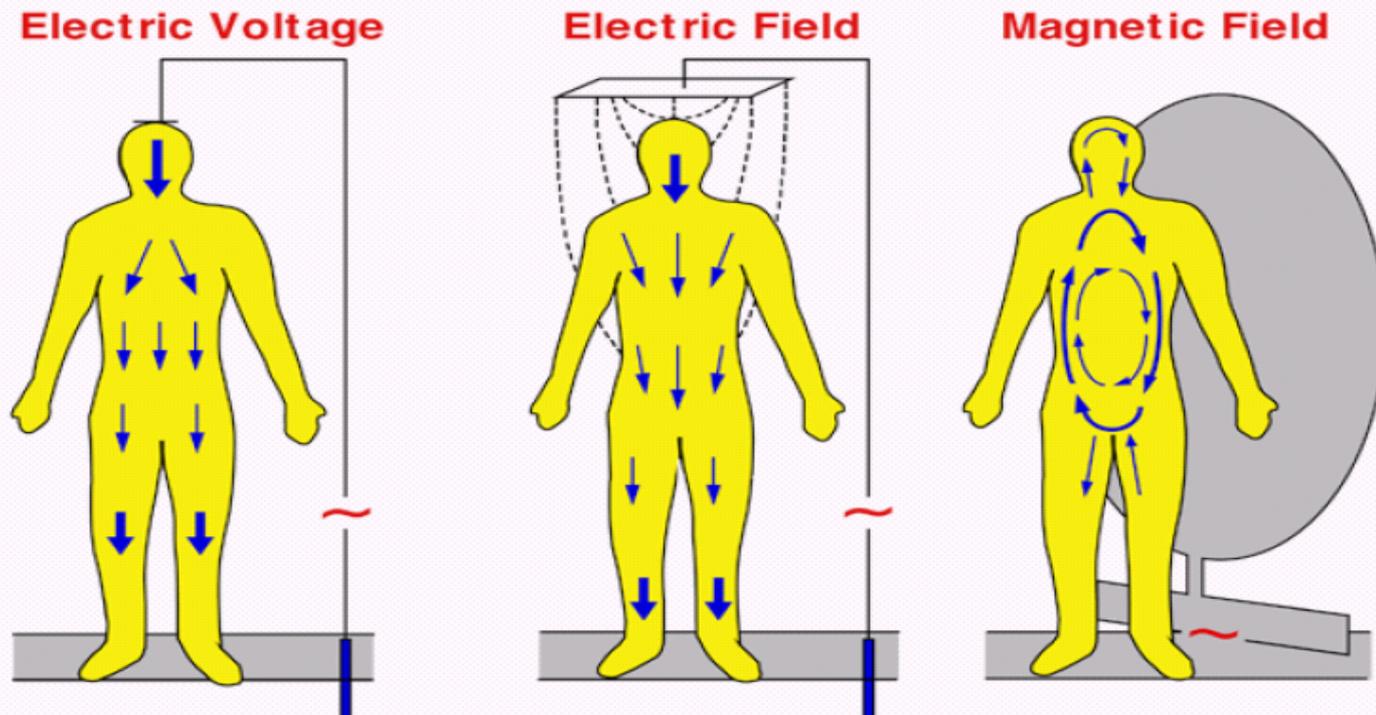
Fondo naturale e sorgenti artificiali alle alte frequenze (10 KHz-300 GHz)

Flusso di potenza in W/m ²	Intensità della componente elettrica in V/m	Valori di riferimento
0,000003 W/m ²	0,03 V/m	Valore del fondo naturale, sorgenti astronomiche
0,001 W/m ²	0,6 V/m	Obiettivo di qualità (Congresso di Salisburgo -giugno 2000, BioInitiative 2012)
0,001 W/m ²	0,6 V/m	Limiti per esposizioni continuative del pubblico: Liechtenstein
0,024 W/m ²	3 V/m	Limiti per esposizioni continuative del pubblico: Belgio (ripetitori telefonia), Russia (emissioni a 900 MHz), Svizzera (ripetitori radioTV)
0,042 W/m ²	4 V/m	Limiti per esposizioni continuative del pubblico: Svizzera (ripetitori telefonia)
0,066 W/m ²	5 V/m	Limiti per esposizioni continuative del pubblico: Cina (emissioni a 900 MHz)
0,1 W/m ²	6 V/m	Limiti per esposizioni continuative del pubblico: Italia (DPCM 8 Luglio 2003)
4,5 W/m ²	41 V/m	Limiti per esposizioni continuative del pubblico: ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection) per le emissioni a 900 MHz

I dati riguardanti il fondo naturale sono presi da: IARC (International Agency for Research on Cancer) "Non-Ionizing radiation part two: radiofrequency electromagnetic fields" Volume 102, paragrafo 1.2, pag. 41-42

Interazione campi-materia biologica

Il corpo umano è un buon conduttore di elettricità e facilmente polarizzabile, investito dalle onde elettromagnetiche si comporta come un'antenna: le assorbe e viene attraversato da correnti indotte. In questo modo il corpo assorbe energia e si riscalda, se il riscaldamento è eccessivo e non può essere compensato dall'organismo, i tessuti possono essere danneggiati (necrosi)



Effetti biologici

Effetti Termici

Ben conosciuti e facilmente rilevabili a densità di potenze superiori a $S = 1 \text{ W/m}^2$, $E = 20 \text{ V/m}$

- Morte cellulare
- Necrosi dei tessuti

Effetti Non-Termici

- Interferenza col sistema nervoso, aritmia cardiaca, convulsioni, effetto uditivo delle microonde.
- Alterazioni endocrine, dei meccanismi biocellulari documentati da studi in vitro e in vivo sugli animali, insorgenza di tumori per esposizioni sistematiche anche se deboli
- Poco conosciuti e oggetto di studi e ricerche.

Effetti biologici

Effetti acuti

Sono effetti immediati di natura deterministica.

Esempio: ustioni della pelle e cataratte oculari si verificano per campi a RF a 10 GHz di intensità dell'ordine dei $S \sim 300\text{W/m}^2$, $E \sim 300\text{ V/m}$, gli effetti letali si verificano per $S \sim 1000\text{W/m}^2$, $E \sim 600\text{ V/m}$ (ipertermia e infarto)

Sono caratterizzati dalla presenza di una soglia.

Effetti stocastici riconducibili a esposizioni prolungate

Tali effetti non sono né deterministici né immediati e si possono verificare per l'esposizione cronica a campi "deboli", cioè molto al di sotto della soglia oltre la quale si verificano gli effetti acuti.

Sono caratterizzati dall'assenza di una soglia, dunque al diminuire della causa l'effetto non scompare mai del tutto, diventa solo meno probabile (come accade per le radiazioni ionizzanti).

I tempi di latenza per il verificarsi di questi effetti possono essere anche molto lunghi (decenni).

Effetti biologici

Esposizioni prolungate a campi di debole intensità

Nel campo delle radiofrequenze $S < 0,1 \text{ W/m}^2$, $E < 4 \text{ V/m}$

-Studi in vitro sui tessuti biologici hanno evidenziato l'insorgenza di anomalie biochimiche nel funzionamento delle membrane cellulari, del ciclo della melatonina, dell'ossidazione dei radicali liberi, della compromissione della degenerazione tumorale, dell'espressione genica

-Studi sugli animali hanno evidenziato l'insorgenza di tumori (linfomi in particolare) e infertilità (anche trasmissibile alle successive generazioni)

-Studi Epidemiologici a lungo è stato difficile (fortunatamente) condurre questo tipo di studi a causa dell'esiguità della popolazione esposta. Diversi studi rivolti a lavoratori del settore delle telecomunicazioni, militari, residenti in prossimità di ripetitori radio, hanno evidenziato un incremento di rischio di insorgenza di tumori (leucemia, glioblastoma, linfomi, etc.)

Recentemente gli studi sugli utilizzatori di telefoni cellulari hanno fornito indicazioni inequivocabili legate alla lateralità di neurinomi e gliomi (tumori del nervo uditivo e del cervello).

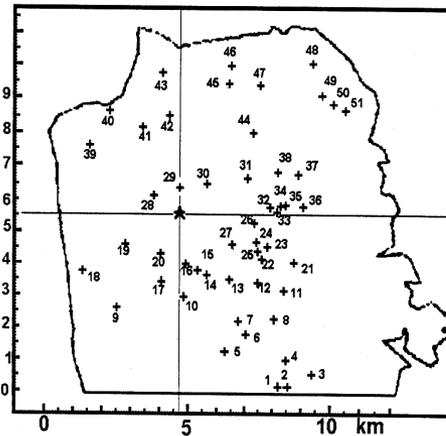
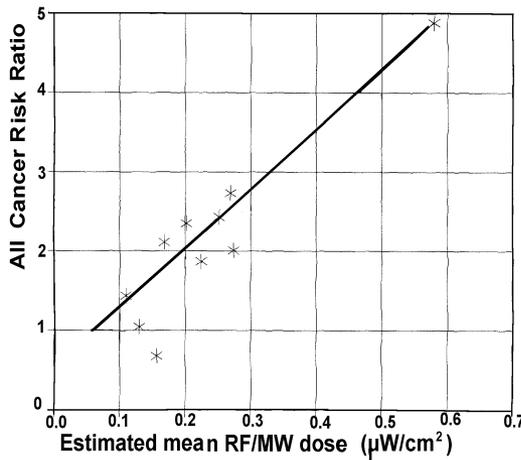
Effetti biologici

Esposizioni prolungate a campi di debole intensità

Esempi di Studi Epidemiologici

SUTRA TOWER E LEUCEMIE S.FRANCISCO

(SELVIN 1992-HAMMET, EDISON 1997)



RADIO VATICANA (Michelozzi Capon 2001)

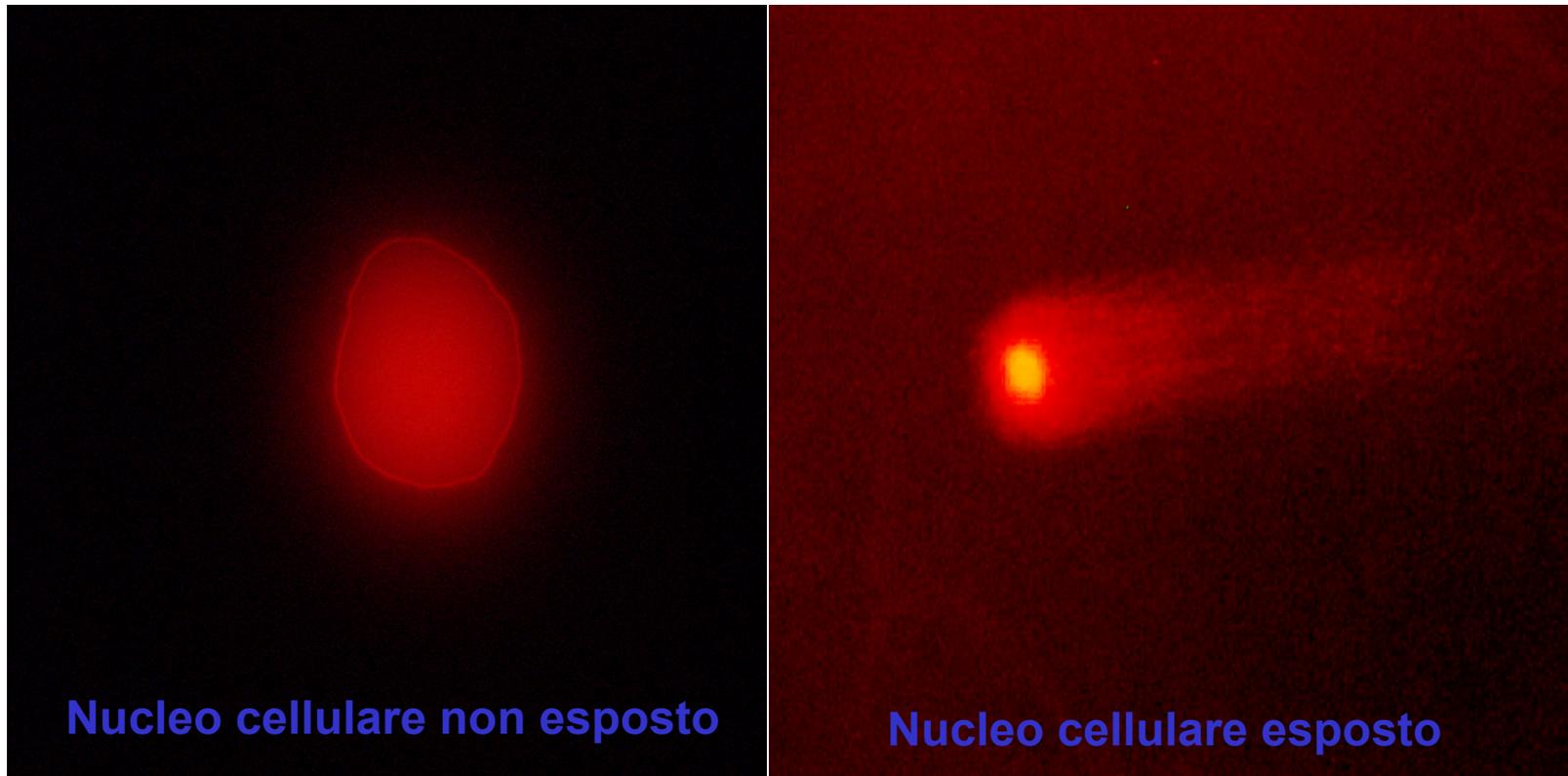
1,35 (1,13-1,60)	Anguillara U
6,06	< 2 Km
2,92	< 4 Km
2,17	< 6 Km
1,47	< 8 Km
1,22	< 10 Km

Effetti biologici

Effetti genotossici

Esperimenti recenti (R. S. Malyapa et al. 1998) hanno dimostrato, attraverso test standard, come livelli di campo insufficienti a creare incrementi rilevabili di temperatura, possono però danneggiare il DNA nucleare delle cellule

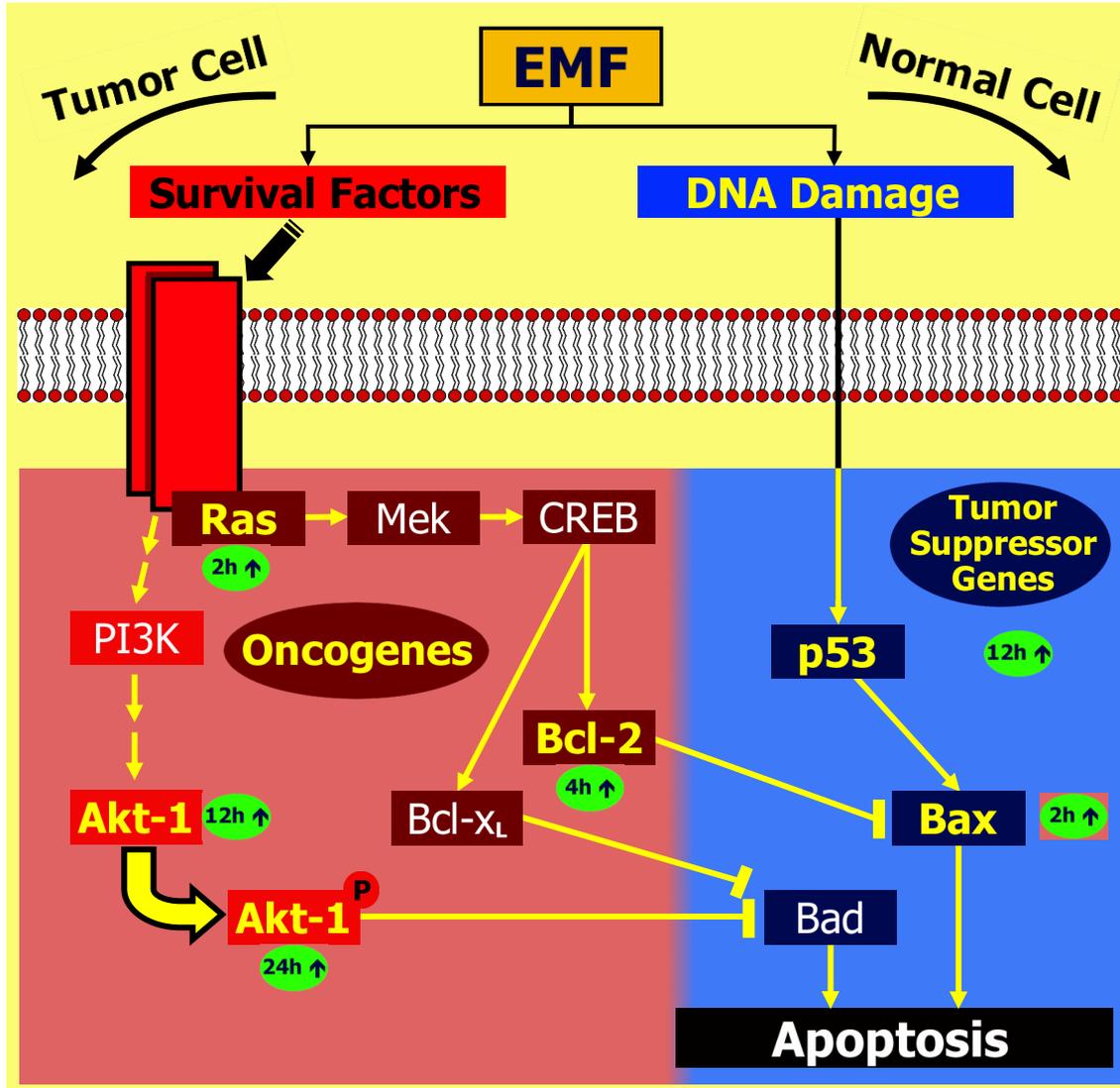
COMET ASSAY (Test della Cometa)



R. S. Malyapa et al. , "DNA Damage in Rat Brain Cells after In Vivo Exposure to 2450 MHz Electromagnetic", Radiation, Radiation Research june 1998

Effetti biologici

Effetti sull'espressione genica e la replicazione cellulare



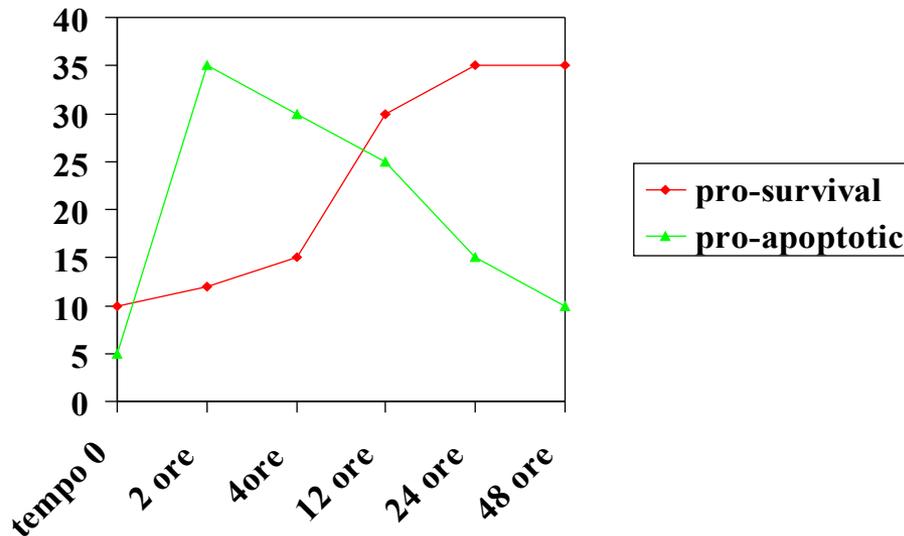
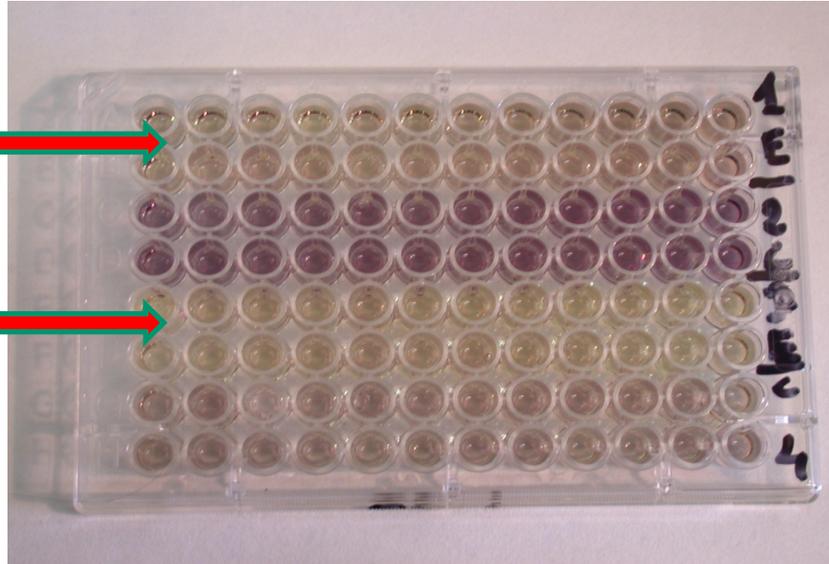
La cellula vive in un delicato equilibrio tra la possibilità di replicarsi e quella di andare incontro a morte cellulare programmata (apoptosi). Le due possibilità sono regolate dall'espressione di appositi geni indicati schematicamente nella figura. È stato dimostrato, sia in laboratorio, sia in esposizioni sul campo, che questo equilibrio può essere alterato dalle esposizioni a campi elettromagnetici di radiofrequenza. I circuiti genici sono quelli usualmente studiati nella ricerca sulle malattie tumorali

Effetti biologici

Effetti sull'espressione genica e la replicazione cellulare

EXP
24h

EXP
48h



Cinti, Marinelli et al. J. Cell. Physiology 198 - 2004

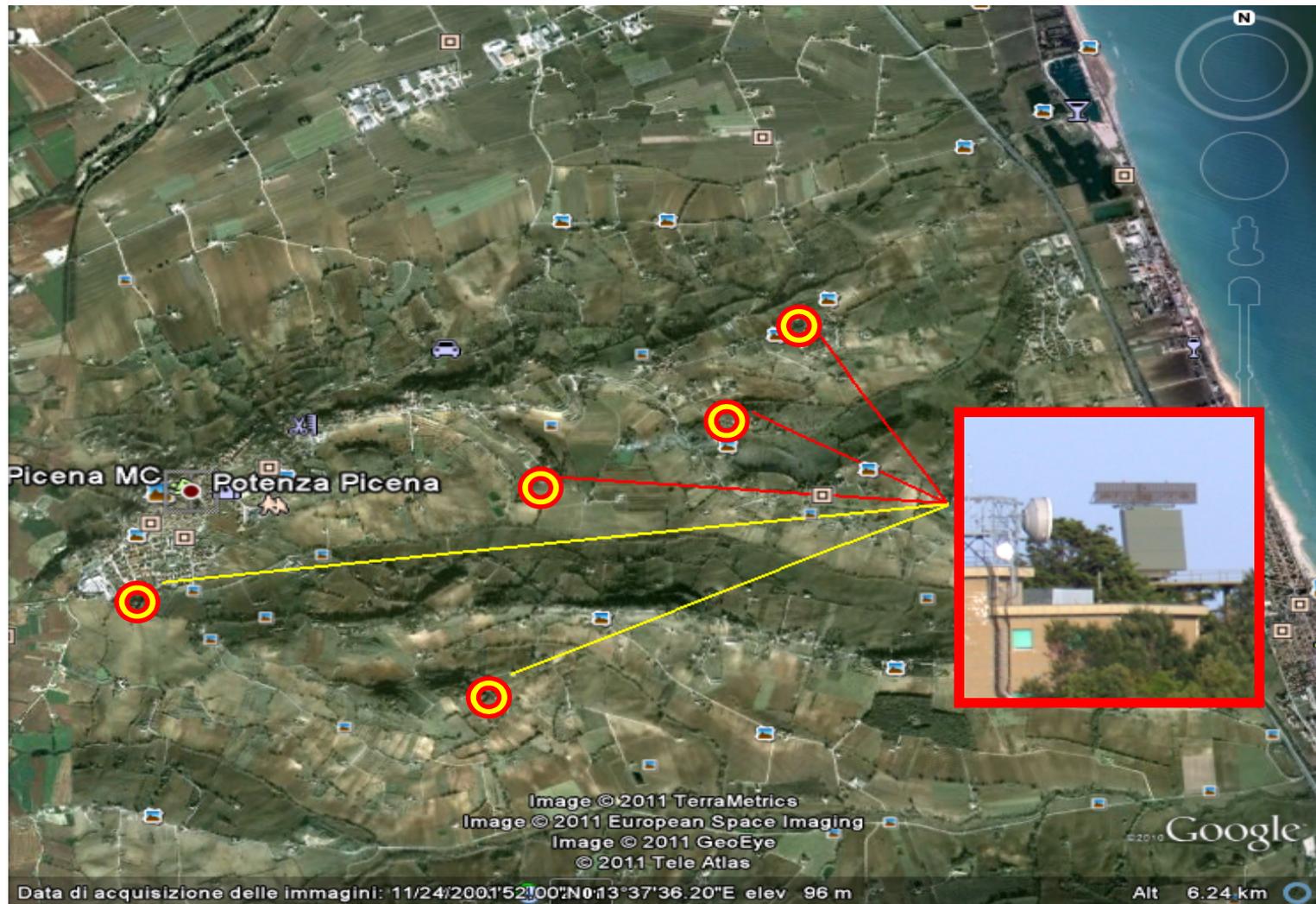
Nelle cellule esposte a campi elettromagnetici di radiofrequenza l'equilibrio è alterato, inizialmente prevalgono largamente i geni pro-apoptosi, con un elevato effetto citotossico, evidente anche nella colorazione più chiara delle colture cellulari esposte.

Nelle cellule che sopravvivono però oltre le prime 10 ore dalla esposizione, prevalgono però successivamente i geni pro-survival, provocandone la replicazione incontrollata.

Effetti biologici

Effetti sull'espressione genica e la replicazione cellulare

L'esperienza sul campo è stata effettuata sul radar RAT-11 di Potenza Picena



Istituzioni Sanitarie

ISS

Istituto Superiore di Sanità

Il principale centro di ricerca in materia di sanità pubblica in Italia



Ha raccomandato l'adozione di misure di protezione per l'esposizione della popolazione:

Relazione congiunta ISS-ISPEL sulla problematica della protezione dei lavoratori e della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici e a campi elettromagnetici a frequenza compresa tra 0 Hz e 300 GHz
29 gennaio 1998, : <http://www.ispesl.it/informazione/8039f.pdf>

IARC

International Agency for Research on Cancer



International Agency for Research on Cancer

Emanazione dell'organizzazione mondiale della sanità, Agenzia Onu

Ha recentemente classificato i campi elettromagnetici di alta frequenza come:

“Possibili agenti cancerogeni” –Maggio 2011- Monografia 102

Legislazione vigente

Limiti di esposizione alle alte frequenze (100 KHz-300 GHz)

Legge 36 del 2001 e limiti fissati da D.P.C.M. dell'8 Luglio 2003

Limiti di esposizione	Campo elettrico E	Campo magnetico H	Densità di potenza S
$0,1 < f \leq 3$ MHz	60 V/m	0,2 A/m	-
$3 < f \leq 3000$ MHz	20 V/m	0,05 A/m	1 W/m ²
$3 < f \leq 300$ GHz	40 V/m	0,1 A/m	4 W/m ²

Valori di attenzione	Campo elettrico E	Campo magnetico H	Densità di potenza S
$0,1$ MHz $< f \leq 300$ GHz	6 V/m	0,016 A/m	0,1 W/m ²

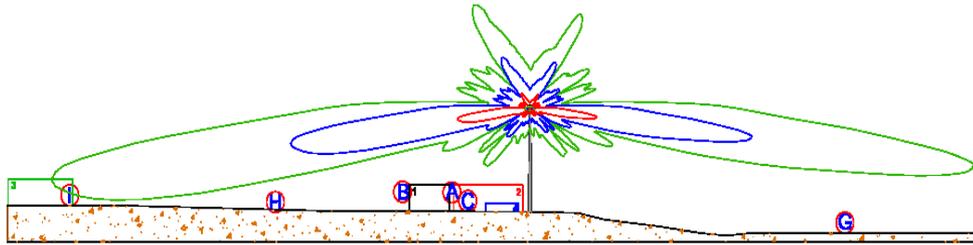
Obiettivi di qualità	Campo elettrico E	Campo magnetico H	Densità di potenza S
$0,1$ MHz $< f \leq 300$ GHz	6 V/m	0,016 A/m	0,1 W/m ²

Procedura per accertare il rispetto dei limiti di sicurezza

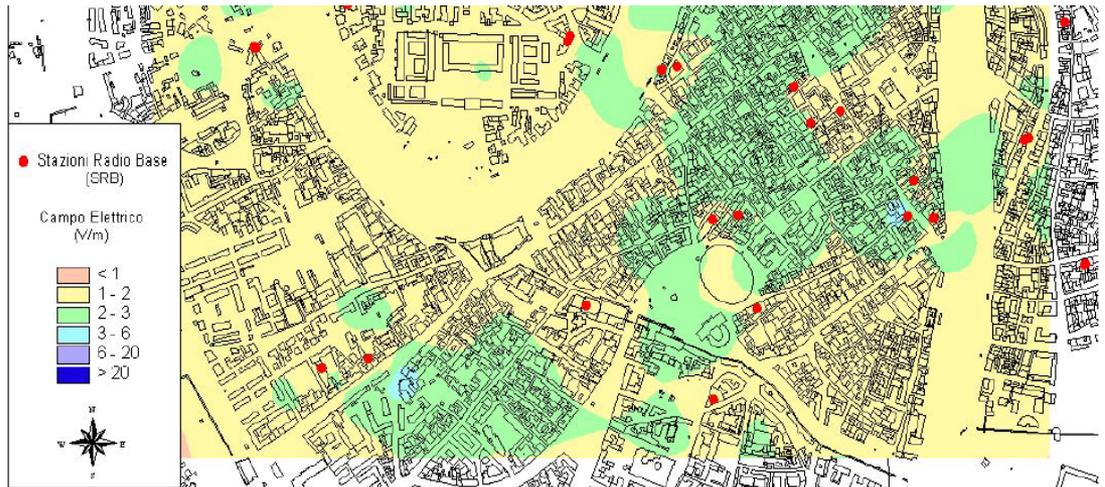
"Codice delle comunicazioni elettroniche" (Decreto Legislativo 1 agosto 2003, n. 259, art. 87)

Legislazione vigente

Il "Codice delle comunicazioni elettroniche" D.lgs. 259/2003 prevede esplicitamente che il progetto di nuove sorgenti emittenti debba essere affiancato da un modello previsionale delle emissioni calcolato sulla base dei dati radioelettrici completi dell'impianto. (allegato n.13 e art 87 e 88 - Mod. A del D.lgs 259/03)



Un tale modello va realizzato per la singola stazione radio base



Ma, in caso di sorgenti multiple, è bene realizzarlo anche per l'intero centro abitato

Legislazione vigente

Limiti della legislazione vigente

La legislazione vigente, se da un lato ha avuto il merito di fissare delle soglie per la salvaguardia della salute umana, dall'altra ha dei limiti evidenti che è bene evidenziare

Le soglie di sicurezza fissate sono ancora troppo alte per garantire che non vi siano effetti negativi per la salute umana (per non avere effetti biologici occorrono valori almeno 10 volte più bassi).

Il DL n. 179 del 18 Ottobre 2012 ha stabilito che le stime e le misurazioni sulle emissioni dei ripetitori radio vadano mediate nell'arco delle 24 h, abbassando di fatto le soglie di sicurezza per i ripetitori della telefonia cellulare.

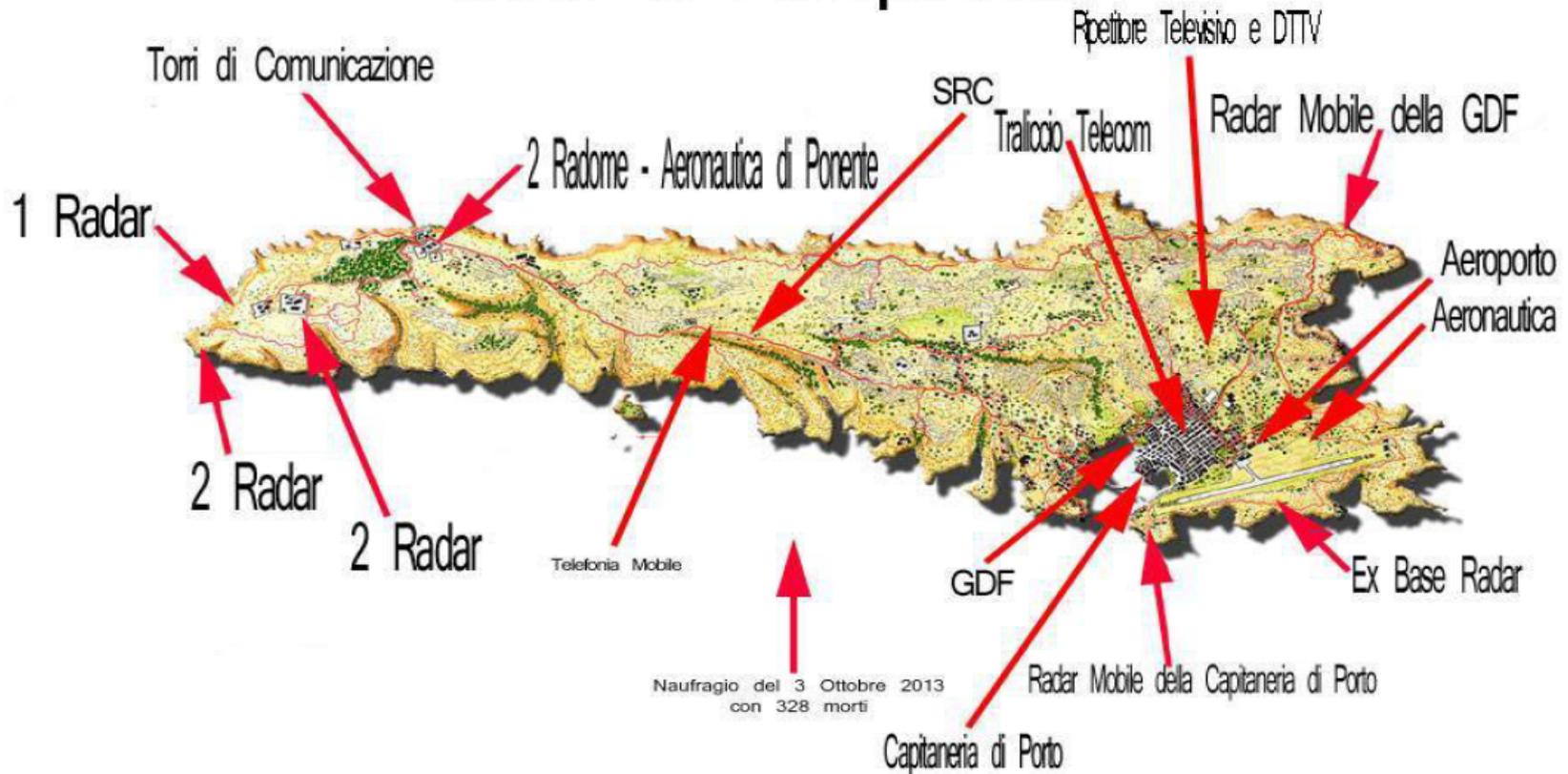
Non sono mai stati emanati i decreti per fissare in modo preciso le soglie di sicurezza per le emissioni dei dispositivi mobili e di quelli impulsati.

Non vi sono norme precise da attuare per la salvaguardia della fauna della flora e dell'ambiente naturale in generale.

Naturalmente la carenza di norme o di soglie di sicurezza precise non deve essere interpretata come una licenza di nuocere alla salute umana e/o all'ambiente. Tecnici, amministratori ed eventualmente magistrati devono comunque intervenire dove sia evidente un rischio per impedire un danno.

La situazione di Lampedusa

Isola di Lampedusa



Dato il gran numero di sorgenti diverse, tutte di notevole intensità, e la piccola superficie a disposizione, l'isola di Lampedusa presenta una densità molto alta e del tutto inusuale di emissioni elettromagnetiche.

La situazione di Lampedusa

Appunti senza pretesa di completezza

Non esiste un anagrafe completa e organica delle sorgenti elettromagnetiche operanti sull'isola, della loro collocazione, delle loro caratteristiche radioelettriche. È possibile effettuare solo una stima approssimativa osservando dell'esistente

All'interno dell'abitato problemi evidenti sono dovuto al traliccio di via Mazzini dove trovano collocazione un gran numero di ripetitori per la telefonia cellulare. Un rapido saggio di misura effettuato da ARPA Sicilia a novembre 2014 ha infatti evidenziato in prossimità del traliccio (in via Ariosto) livelli di campo prossimi alla soglia di sicurezza.

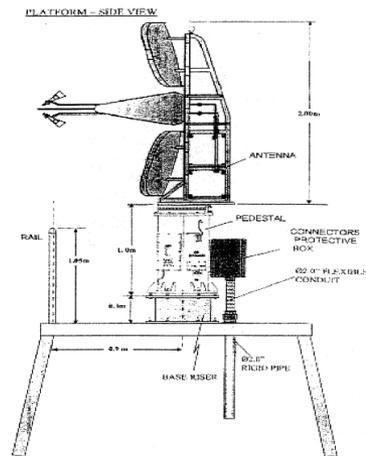
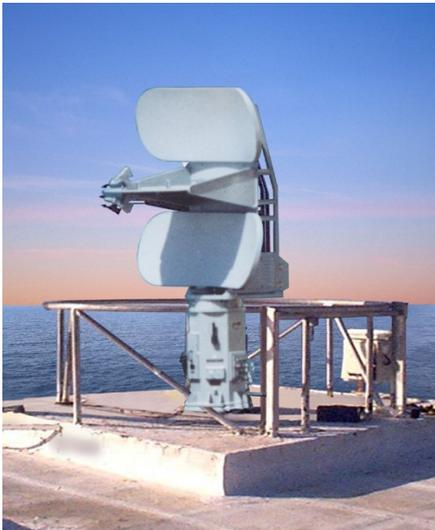
Nella **zona occidentale** dell'isola si susseguono siti dell'Aeronautica e della Marina Militare deputati alle telecomunicazioni, alla guerra elettronica e all'osservazione radar. In pochi Km si trova un radar per la sorveglianza aeronautica RAT 31 DL , ben quattro radar per la sorveglianza costiera (tra cui un EL M 2226 di cui esiste un esemplare identico anche a Capo Grecale) un gran numero di antenne operanti su bande diverse e altri dispositivi non chiaramente identificabili (tra cui una cupola che potrebbe ospitare un altro radar).

Altri dispositivi emittenti si trovano poi nel resto dell'isola: ripetitori radio-televisivi e per la telefonia cellulare, il radar di Capo Grecale (sorveglianza costiera) trasmettitori VHF per le comunicazioni in mare, per quelle aeroportuali, etc.

La situazione di Lampedusa

ARPA Sicilia ha recentemente (Novembre 2014) effettuato misurazioni con strumentazione non adeguata sul radar di Capo Grecale, producendo risultati non significativi.

La Guardia di Finanza ha recentemente (Gennaio 2015) dato indicazioni rassicuranti ma generiche sulle emissioni del radar installato a **Capo Grecale**, senza fornire però alcuna specifica tecnica. Il radar **EL-M 2226** di produzione **ELTA-System** risulta al momento spento



La ELTA Systems è un'impresa di produzione di armamenti associata al gruppo IAI, una delle più importanti multinazionali delle armi con sede in Israele



Il radar **ELM-2226** per la sorveglianza costiera avanzata

CARATTERISTICHE TECNICHE

- Tipo: *Linear Frequency Modulated Continuous Wave* (LFMCW) solid state Radar
- Frequenza operativa $f = 9-9.6$ GHz , in X-band
- Potenza di emissione CW: $P = 50$ W
- Guadagno d'antenna: $G = 37- 37,6-38$ (?) db
- Duty Cycle: $D_c = 1$, il segnale non è impulsato
- Ampiezza Verticale del fascio a -3 db: $\varphi = 3^\circ-30^\circ$ (?) Ampiezza Verticale,
- Ampiezza Orizzontale del fascio a -3 db: $\psi = 1.2^\circ$ Ampiezza Orizzontale
- Lobo laterale: 22 db di guadagno a 18°
- Dimensioni di un singolo riflettore dell'antenna Trasmittente 1.8 mt x 0.7 mt
- Velocità di rotazione dell'antenna: $\omega = 20$ r.p.m. (rotations per minute)

FONTI

ANALISI DI IMPATTO ELETTROMAGNETICO presentata dalla ditta Almaviva spa al comune di Gagliano del Capo (Lecce) a firma degli ingegneri. A. Casinotti e G. Macigno

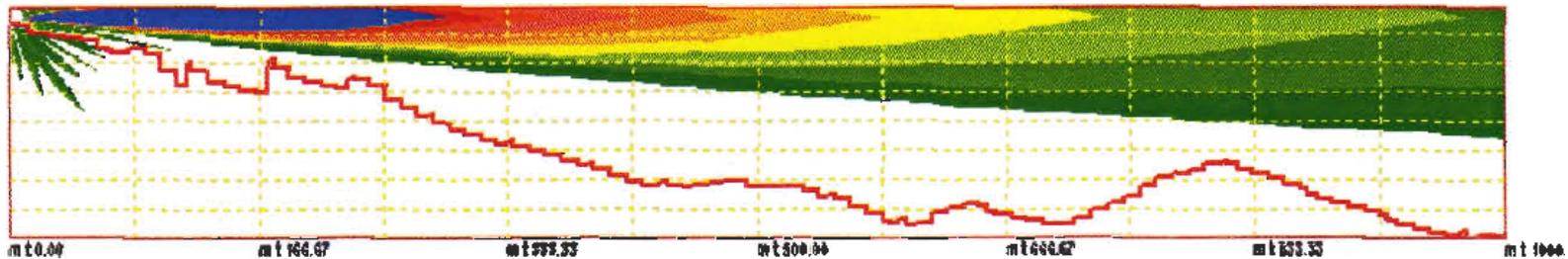
ANALISI DI IMPATTO ELETTROMAGNETICO presentata dalla ditta Almaviva spa al provveditorato alle opere pubbliche di Cagliari, relativa all'installazione nel comune di Fluminimaggiore, a firma degli ingegneri. A. Casinotti e G. Bartucci

VALUTAZIONE DELL'ESPOSIZIONE A CAMPI ELETTROMAGNETICI presentata da ARPA Sardegna al provveditorato alle opere pubbliche di Cagliari, relativa all'installazione nei comuni di Fluminimaggiore, Tresnuraghes, Sassari

Il radar ELM-2226 per la sorveglianza costiera avanzata

POTENZA EMESSA

Attenzione, la potenza emessa complessivamente dall'antenna non è un parametro significativo. In un radar militare di questo tipo **l'energia emessa è estremamente concentrata in un fascio ristretto, quello che conta è il flusso di energia da cui viene investito chi viene "illuminato" da questo fascio**, ossia l'EPR (Equivalent Power Rate).



Attenzione, nel nostro caso la potenza $P = 50 \text{ W}$ potrebbe apparire bassa, ma questa impressione è erranea. Per ottenere la potenza equivalente, emessa nella direzione del fascio, $P = 50 \text{ W}$ va infatti moltiplicato per il guadagno d'antenna $G = 37\text{-}38 \text{ db}$, che equivale a un'amplificazione di $10^{G/10}$, nel nostro caso:
 $10^{3,7} = 5000$ volte - $10^{3,8} = 6000$ volte.

Nella direzione di emissione l'intensità del fascio equivale a 250-300 KW !!

FLUSSO DI POTENZA IN FUNZIONE DELLA DISTANZA

Il flusso di potenza emessa da un'antenna trasmittente in una certa direzione, se siamo sufficientemente distanti (distanze superiori al **limite di campo vicino**) diminuisce con il quadrato della distanza **R** seguendo una semplice legge:

$$\text{Flusso di Potenza} = (P G)/(4 \pi R^2)$$

A distanze ravvicinate invece (distanze inferiori al **limite di campo vicino**) La situazione è più complicata e ci può essere un incremento della densità di potenza, anche di decine di volte, ad alcune distanze particolari (punti caldi). Il limite di campo vicino si calcola (norma CEI 211-7) come:

$$2 D^2 / \lambda$$

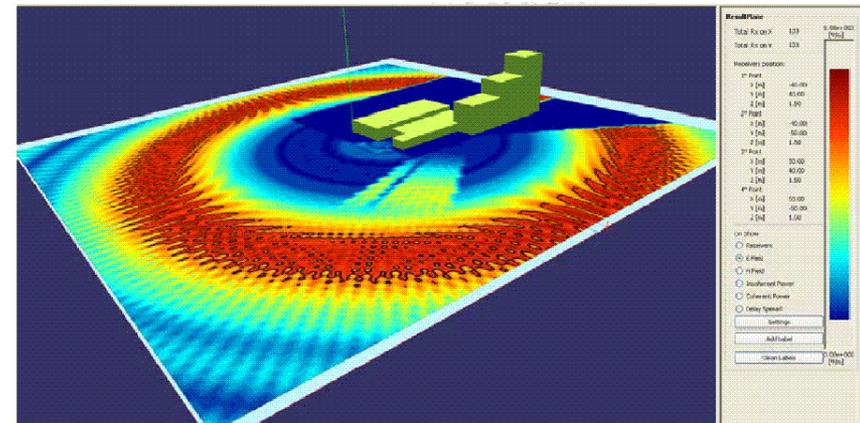
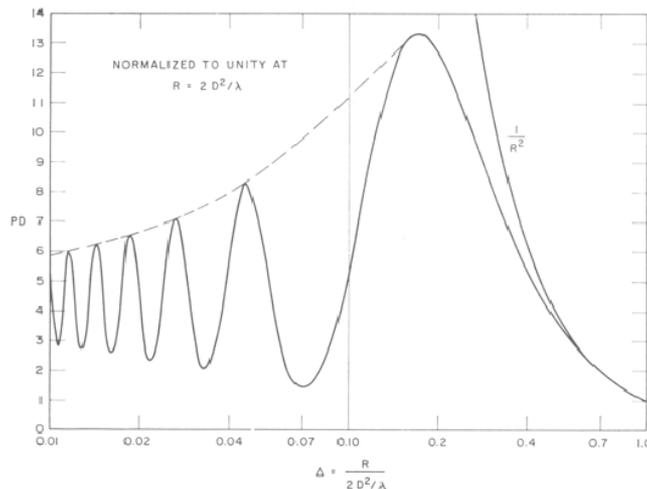
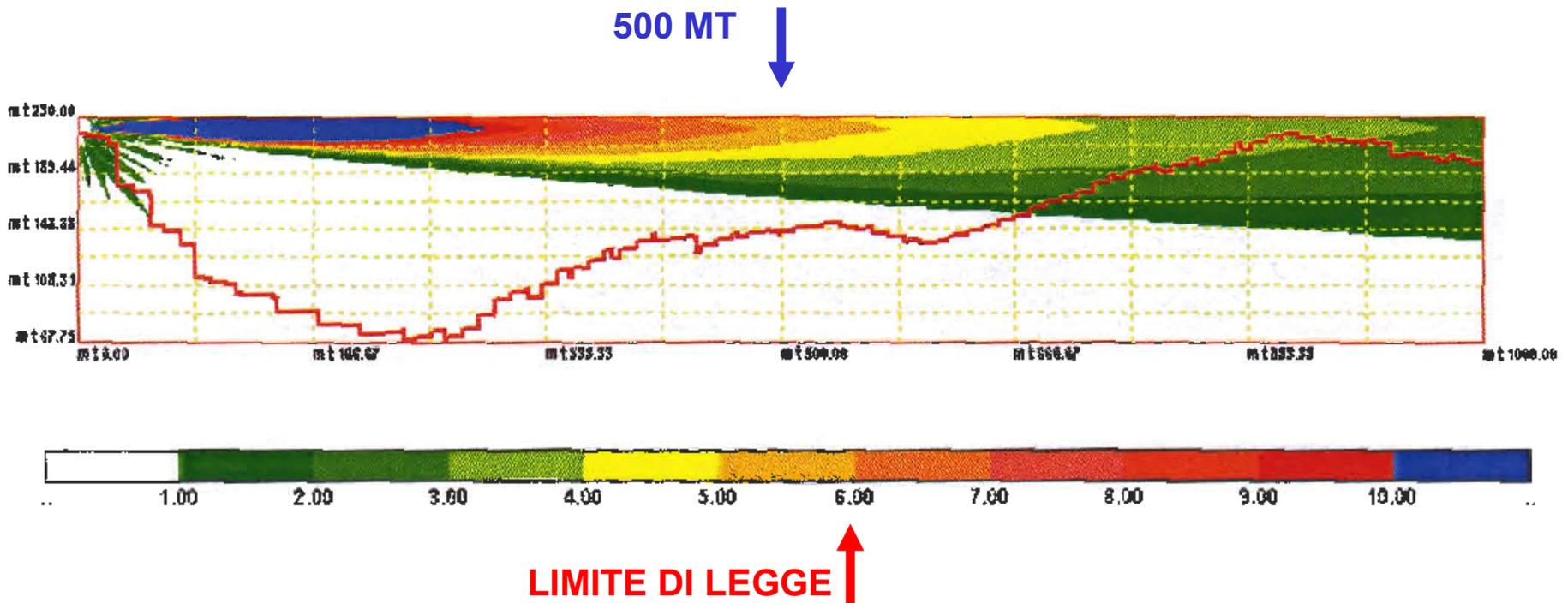


Fig. 25: Valori di campo elettrico di picco e curve di livello a 4384V/m dovuti all'emissione del radar RIS nei dintorni della postazione di Punta Is Ebbas

Il parere di ARPA Sardegna sul radar ELM-2226



Valutazione indipendente delle distanze di sicurezza

Limite di esposizione (prevenzione degli effetti acuti)

R = 50-150 m

Limite di attenzione (prevenzione degli effetti stocastici)

R = 500-700 m

La situazione di Lampedusa

L'Aeronautica Militare, ha recentemente sostituito il suo **radar di sorveglianza aeronautica FADR (Fixed Air Defence Radar)** del tipo Selex - RAT 31-SL (operante in banda S con emissioni da 2 a 4 GHz) con il modello Selex - RAT 31-DL (operante in banda D con emissioni da 1 a 2 GHz). L'operazione fa parte di un programma nazionale di sostituzioni per liberare le frequenze della banda D e renderle disponibili per le comunicazioni dei dispositivi WiMax.



RAT 31 DL
L-BAND/SOLID STATE 3D AIR SURVEILLANCE RADAR

Si tratta di radar che emettono impulsi di microonde molto brevi e di elevata potenza. Selex dichiara una **potenza di picco di 85 KW** per il radar RAT 31-DL (2.5 KW la potenza media), appena installato. Tali livelli sono poi ulteriormente innalzati per effetto del guadagno d'antenna (che non è stato reso noto).

Non sono state fornite ulteriori informazioni tecniche ne tantomeno previsioni sui livelli di irraggiamento nel territorio circostante.

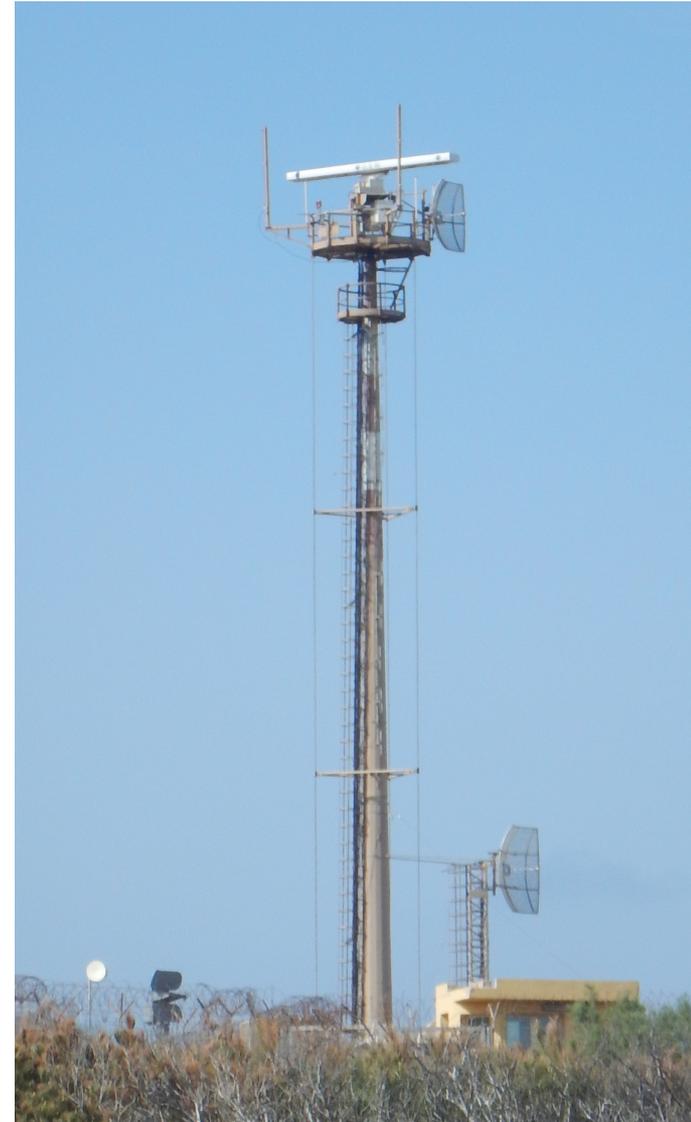
La situazione di Lampedusa

Nella ex base USA che ospitava il LORAN (punta occidentale dell'isola) si trovano due radar di sorveglianza costiera, un secondo radar **EL-M 2226** (produzione ELTA-System) e un radar **GEM** di cui non sono note le caratteristiche.

Altri due radar per la sorveglianza costiera si trovano nel sito della Marina Militare collocato nell'estremità occidentale dell'isola.

Le caratteristiche tecniche di questi dispositivi non sono note ma nel 2014 la Marina Militare ne ha proposto la sostituzione con due nuovi radar, sempre per la sorveglianza costiera, il **Gabbiano T200C** e il **RASS CI** entrambi prodotti da **Selex**

Nello studio di fattibilità ambientale fornito da Selex Sono stati forniti alcuni dati per il radar **Gabbiano T200C** (frequenza 9.1-9.7 GHz, potenza media 215 W, potenza di picco 3.45 KW, guadagno d'antenna 28.5 db oltre 700 volte), mentre per il radar **RASS CI** non è stato fornito alcun dettaglio tecnico.



La situazione di Lampedusa

Nessuno sino ad oggi sembra essersi nemmeno posto il problema delle **conseguenze per l'ambiente** (insetti impollinatori, avifauna, cetacei, etc.) e dei possibili **rischi per i portatori di dispositivi elettromedicali impiantati** (defibrillatori, pacemaker, etc.).

Bisogna ricordare che tali dispositivi sono certificati per resistere a disturbi con un ampiezza (componente elettrica) sino a 10 V/m, mentre gli impulsi di un radar possono raggiungere migliaia di V/m. La punta occidentale ad altissima concentrazione di radar non è neppure dotata di opportuni cartelli di avviso del pericolo!!!



Selex, Radar RASS-C (versione costiera). Radar con capacità ISAR (Inverse Synthetic Aperture Radar)



La situazione di Lampedusa

CONCLUSIONI

Per la sua collocazione geografica, la sua storia recente, le sue ridotte dimensioni, l'isola di Lampedusa è interessata da una eccezionale densità di sorgenti elettromagnetiche di alta frequenza.

Sono state già evidenziate situazioni critiche, duplicazioni di funzioni (si pensi che sono presenti 6 radar di sorveglianza costiera da terra) mentre di molti dispositivi non sono note le caratteristiche radioelettriche e non è mai stata fatta una stima delle loro emissioni.

La situazione appare in larga misura fuori controllo.

Sarebbe quanto mai necessario uno studio di tutte le sorgenti (a partire dalla loro catalogazione completa), del loro irraggiamento complessivo, dei possibili effetti sulla salute della popolazione e sull'ambiente naturale, per procedere poi eventualmente a una riduzione delle emissioni e redistribuzione delle sorgenti in modo da evitare, per quanto possibile, le situazioni di rischio.

Allo stato attuale è opportuno evitare nuove installazioni per non aggiungere ulteriori sorgenti di irraggiamento.