

**Torino - 4 Novembre 2011**

# **Mobile User Objective System (MUOS) presso il Naval Radio Transmitter Facility (NRTF) di Niscemi: Analisi dei rischi**

**Prof. Dr. Massimo Zucchetti**

Professore Ordinario di Impianti Nucleari, cattedra di “Protezione dalle Radiazioni”, Politecnico di Torino (ITALY). Research affiliate, MIT Massachusetts Institute of Technology 77 Mass Ave, 02139 Cambridge (MA) USA.

**Dott. Massimo Coraddu**

Consulente esterno - Dipartimento di Energetica, Politecnico di Torino (ITALY)

## **RIASSUNTO**

Lo scopo di questa relazione è quello di analizzare i vari tipi di rischio associati alla realizzazione della stazione di telecomunicazione MUOS (Mobile User Objective, System) presso la stazione Naval Radio Transmitter Facility (NRTF) del comune di Niscemi. Vengono valutati i rischi per la salute della popolazione dovuti all'irraggiamento diretto, i rischi di incidente dovuti a interferenze elettromagnetiche, e quelli associati ai danni che le emissioni possono provocare all'ambiente circostante. Le conclusioni evidenziano gravi rischi per la popolazione e per l'ambiente tali da impedirne la realizzazione in aree densamente popolate, come quella adiacente la cittadina di Niscemi.

## I - INTRODUZIONE

Il progetto di realizzazione della stazione europea del nuovo sistema di telecomunicazioni militari MUOS, è stato presentato dall' US Navy nel 2008, mentre la stazione NRTF di Niscemi, presso la quale dovrebbe essere realizzato, è in funzione sin dal 1991. Il sito prescelto si trova a ridosso dell'abitato di Niscemi, in provincia di Caltanissetta, in Sicilia, ed è caratterizzato da intense emissioni elettromagnetiche nel campo delle radiofrequenze, tanto da suscitare forti preoccupazioni nella popolazione. Dal 2009 l'amministrazione comunale e la popolazione di Niscemi esprimono infatti preoccupazione e una decisa opposizione alla realizzazione del MUOS nel medesimo sito.

Questa analisi dei rischi, associati alla realizzazione della stazione MUOS presso l'NRTF di Niscemi, si basa sui dati reperibili (anche se in forma parziale e incompleta) negli studi di impatto ambientale allegati al progetto della US Navy, nella relazione dei professori Zanforlin-Livrieri dell'università degli studi di Palermo, nei vari pareri e relazioni presentati dall'agenzia ARPA-Sicilia e in altri documenti elencati tra le fonti utilizzate

Il prossimo paragrafo è dedicato a un'analisi della situazione esistente, anche alla luce delle rilevazioni svolte da ARPA-Sicilia tra Dicembre 2008 e Aprile 2010. I paragrafi successivi sono poi dedicati alle caratteristiche conosciute dei trasmettitori MUOS; alla valutazione delle loro emissioni; all'analisi dei rischi associati alla loro eventuale realizzazione. L'ultimo paragrafo contiene le valutazioni conclusive.

Nella prima parte dell'appendice si trova la mappa catastale, su base ortofotogrammetrica, con le distanze delle abitazioni dal sito previsto per l'impianto MUOS, mentre nella seconda parte sono raccolte le principali formule utilizzate e i limiti di sicurezza imposti dalla legislazione italiana a tutela della salute umana.

## II - ANALISI DELLA SITUAZIONE ESISTENTE E DELLE MISURAZIONI ARPAS

Dal 1991 si trova in prossimità dell'abitato di Niscemi in Sicilia una importante centrale di telecomunicazione della marina militare USA, la Naval Radio Transmitter Facility (NRTF). Secondo la relazione Zaforlin-Levriero [6] la stazione comprende:

- 41 antenne radiatori verticali (di cui solo 27 attualmente in funzione) operanti nella banda High Frequency, HF (frequenza 3-30 MHz, lunghezza d'onda 10-100 mt), per comunicazioni di superficie
- 1 antenna radiatore verticale operante nella banda Low Frequency, LF, alla frequenza di 43 KHz, con lunghezza d'onda di 6,98 Km, per comunicazioni sotto la superficie del mare

In un periodo compreso tra Dicembre 2008 e Aprile 2010 l'ARPA Sicilia ha effettuato una serie di rilievi sulle emissioni e.m. generate dalla stazione NRTF in prossimità dell'abitato, in relazione ai quali ha prodotto due successive relazioni di misura [1] e [2]. Tali misurazioni, come è stato ribadito anche di recente dall'ARPAS [3], hanno consentito di rilevare "valori di campo elettrico prossimi al valore di attenzione di 6 V/m".

In diversi casi infatti le misurazioni ARPAS hanno evidenziato la presenza di un campo elettrico intenso e costante in prossimità delle abitazioni:

- 5,9 ± 0,6 V/m in località Ulmo (centralina 3),
- 4,0 ± 0,4 V/m in località Ulmo (centralina 8)
- 2 ± 0,2 V/m in località Martelluzzo (centralina 1),
- 1 ± 0,1 V/m in località del fico (centralina 7),

Tutte le misure sono mediate su un intervallo di 6 minuti e sono affette da una incertezza del 10%.

In un caso il valore rilevato risulta prossimo al valore limite di attenzione (6 V/m) stabilito dalla legislazione (legge 36 – 2001 e DPCM 8 luglio 2003); risultato che richiederebbe un

approfondimento delle indagini, specie per quelle abitazioni che si trovano a meno di 2000 metri dalle sorgenti, come evidenziato nella cartografia in appendice 1.

La situazione reale è però, con ogni probabilità, ancora peggiore di quella evidenziata dalle misurazioni ARPAS: infatti i misuratori utilizzati (centraline PMM 8055S, banda passante 100 KHz - 3 GHz in modalità “Wide Band”, 100 KHz-860 MHz in modalità “Low Band”) non sono sensibili alle emissioni dell’antenna in banda LF alla frequenza di 43 KHz. Data la grande potenza dei trasmettitori LF, questo fatto può aver prodotto una **sistematica sottostima del campo rilevato**.

La potenza di picco del trasmettitore VERDIN (VLF Digital Information Network, dedicato alle comunicazioni con i sommergibili in immersione) utilizzato per le trasmissioni in banda LF (a 43 KHz) all’NRTF di Niscemi, può variare infatti da 500 a 2000 KW [7]. Valori estremamente elevati che non consentono certo di trascurare questa componente nella valutazione complessiva. Questo tipo di emissione non rilevata costituisce quindi la più grande fonte di incertezza e sottovalutazione per le misurazioni ARPAS.

Occorre notare inoltre che le misurazioni dell’ARPAS non sono neppure del tutto conformi alla procedura prevista dalla legislazione, che prevede di effettuare le rilevazioni quando tutte le sorgenti siano in funzione alla potenza massima, cosa che in questo caso non è stato possibile realizzare.

In conclusione, vista la grave situazione riscontrata durante la campagna di misura effettuata da ARPA Sicilia, occorrerebbe procedere rapidamente ad una integrazione delle misure allo scopo di: 1) valutare l’emissione nella banda di frequenze LF non ancora esplorata, rilevando la componente magnetica del campo, oltre che quella elettrica; visto che per le emissioni a 43 KHz (quasi 7 Km di lunghezza d’onda) l’approssimazione di campo vicino non è applicabile 2) effettuare le misurazioni in condizioni controllate, con tutte le sorgenti funzionanti alla massima potenza 3) Tracciare una mappa completa dell’irraggiamento del territorio e valutare la dose assorbita dalla popolazione nel corso degli ultimi 20 anni.

Al termine di una tale campagna di misurazione, infine, come previsto dalla normativa, occorre procedere alla “riduzione a conformità”. Vanno cioè ridotte le singole emissioni, sino a riportare la situazione entro limiti tollerabili per la salute della popolazione residente.

Sino ad allora non si possono prendere in considerazione progetti di nuove stazioni trasmettenti, come quella del MUOS, da realizzarsi nella medesima stazione NRTF di Niscemi, in prossimità della quale le emissioni risultano già ora oltre i limiti di tollerabilità per la popolazione, secondo quanto stabilito dalla legislazione vigente.

### **III - CARATTERISTICHE DEI TRASMETTITORI MUOS**

Come risulta dalle relazioni sull’impatto ambientale [4] [5] [6] depositate nell’archivio del comune di Niscemi, Il sistema di telecomunicazione MUOS consiste in:

- Tre grandi antenne paraboliche (due continuamente in funzione e una di riserva) funzionanti in banda Ka per le trasmissioni verso i satelliti geostazionari
- Due trasmettitori elicoidali (uno continuamente in funzione e l’altro di riserva) in banda UHF, per il posizionamento geografico.

La descrizione più completa delle caratteristiche tecniche degli impianti si trova nella relazione Zanforlin – Levrieri [6], cui si farà costantemente riferimento, indicando eventuali integrazioni e incongruenze con le altre relazioni [4] e [5]. Di seguito le due principali componenti dell’impianto verranno trattate separatamente.

### Trasmettitori con antenna parabolica in banda Ka:

Caratteristiche riportate nella relazione Zanforlin – Levrieri [6] (a esclusione della potenza P):

Frequenza di trasmissione  $f_t = 30 - 31$  GHz  
Frequenza di ricezione  $f_r = 20 - 21$  GHz  
Potenza di trasmissione  $P = 1600$  W  
Guadagno d'antenna  $G = 71,4$  db  
Diametro dell'antenna  $D = 18,4$  m  
Altezza del centro radiante rispetto al suolo  $h = 11,2$  m  
Angolo di elevazione minimo del fascio emesso  $\varphi = 17^\circ$

Nota: per la potenza di trasmissione P si riscontra un'incongruenza tra il valore riportato dalla relazione Zanforlin – Levrieri [6] ( $P = 138,04$  W) e quello riportato nelle altre fonti [4] (pag D11) e [5] (pag 68, paragrafo 6.3.5) ( $P = 1600$  W), o anche nella stessa relazione [6] in un altro punto (all'ultima delle considerazioni conclusive). Anche per ragioni di compatibilità con i risultati riportati in [4], [5] e [6] si è ritenuto di dover assumere  $P = 1600$  W.

Carenze riscontrate:

in nessuna delle relazioni note [4] [5] [6] sono indicati:

- tipo di trasmissione (onda continua, impulsata, eventuale forma dell'impulso).
- diagramma polare completo d'antenna, con esatta localizzazione dei lobi.

A proposito di quest'ultimo punto, alcune indicazioni sono contenute nella relazione Zanforlin – Levrieri [6]: “i lobi principali significativi, che si discostano al massimo di  $0,6^\circ$  dalla direzione di massima radiazione, sono all'incirca 40 db al di sotto del lobo principale”. Un'affermazione simile e altrettanto vaga la si può trovare anche nello studio di impatto ambientale [5] a pag. 70: “L'unico lobo laterale significativo MUOS è il primo, che si trova circa  $0,10^\circ$  gradi fuori asse.”

Altri parametri deducibili da quelli fondamentali:

Lunghezza d'onda del segnale trasmesso  $\lambda = c/f = 1$  cm

Guadagno d'antenna in valore assoluto  $G = 10^{7,14} = 13800000$

Limite di campo vicino  $d_{lim} = 2D^2/\lambda = 67700$  m = 67,7 Km

### Trasmettitori in banda UHF con antenna elicoidale:

Caratteristiche riportate nella relazione Zanforlin – Levrieri [6]:

Frequenza di trasmissione  $f_t = 240 - 315$  MHz  
Frequenza di ricezione  $f_r = 240 - 315$  MHz  
Potenza di trasmissione  $P = 105$  W  
Guadagno d'antenna  $G = 16$  db  
Diametro dell'antenna  $d = 13$  inch = 33 cm  
Lunghezza d'antenna  $L = 4$  m  
Altezza del centro radiante rispetto al suolo  $h = 3,7$  m

Nota: per il guadagno d'antenna G si riscontra un'incongruenza tra il valore riportato dalla relazione Zanforlin – Levrieri [6] ( $G = 16$  db) e i diagrammi polari per il guadagno d'antenna tabulati nella relazione ARPAS [2], dove sembra che il guadagno massimo dell'antenna G sia superiore a 30 db

Carenze riscontrate:

in nessuna delle relazioni note [4] [5] [6] è indicato il tipo di trasmissione (continua, impulsata, modulazione).

Altri parametri deducibili da quelli fondamentali:

Lunghezza d'onda del segnale trasmesso  $\lambda = c/f = 1 \text{ m}$

Guadagno d'antenna in valore assoluto  $G = 10^{1,6} = 39$

Limite di campo vicino  $d_{lim} = 2D^2/\lambda = 32 \text{ m}$

#### **IV - RISCHI SPECIFICI DOVUTI ALLE EMISSIONI DEL SISTEMA MUOS**

Come evidenziato nel paragrafo precedente, i dati relativi alle emissioni del sistema MUOS, contenuti negli studi e relazioni trasmesse alla municipalità di Niscemi [4], [5], [6], sono incompleti e affetti da innumerevoli incongruenze. Tuttavia, basandosi su quanto è stato reso noto sinora, è possibile esprimere alcune valutazioni sui rischi associati all'eventuale realizzazione della stazione di trasmissione MUOS presso l'NRTF di Niscemi.

Si procederà a una prima valutazione dell'intensità del campo emesso, in funzione della distanza, separatamente per le due principali componenti del sistema (trasmettitori in banda Ka e UHF), per poi analizzare i diversi tipi di rischio associato:

1) Rischi per la salute umana causati dall'esposizione diretta:

si prenderà in considerazione il possibile superamento dei limiti di sicurezza stabiliti dalla legislazione italiana (L. 36 del 22 Febbraio 2001 e DPCM dell'8 Luglio 2003) e le possibili conseguenze per la salute della popolazione.

2) Rischi di malfunzionamenti e incidenti legati alle interferenze elettromagnetiche:

si prenderanno in considerazione le possibili conseguenze di un superamento dei limiti di sicurezza per la compatibilità elettromagnetica (CEM) e i rischi di interferenza e malfunzionamenti indotti.

3) Effetti negativi sull'ambiente circostante:

La stazione trasmittente MUOS è stata progettata all'interno di una zona naturalistica protetta, occorre quindi valutare anche le possibili conseguenze negative sulla fauna e sulla flora tutelate.

#### **Intensità del campo emesso dai trasmettitori con antenna parabolica in banda Ka:**

La maggior parte dell'energia radiante emessa dalle parabole del sistema MUOS è concentrata in uno stretto fascio (fascio principale), con un'apertura angolare di qualche decimo di grado, che in condizioni normali di funzionamento è puntato verso il cielo con una inclinazione minima rispetto all'orizzonte di soli 17°.

I dati disponibili consentono una valutazione dell'intensità del campo emesso dal fascio principale, nell'approssimazione di campo lontano. Per l'intervallo di frequenze in gioco, la legislazione italiana stabilisce limiti sia per la densità di potenza  $S$ , che per la componente elettrica  $E$ :

Limite per gli effetti acuti (Limite di esposizione):  $S_A = 4 \text{ W/m}^2$  ;  $E_A = 40 \text{ V/m}$

Limite per esposizioni prolungate (Valore di attenzione):  $S_p = 0,1 \text{ W/m}^2$  ;  $E_p = 6 \text{ V/m}$

Un valore di riferimenti per la compatibilità elettromagnetica (CEM) e i rischi di interferenza può essere invece ragionevolmente fissato per:  $S_{CEM} = 0,00265 \text{ W/m}^2$  ;  $E_{CEM} = 1 \text{ V/m}$

La distanza alla quale tali limiti sono raggiunti può essere ottenuta invertendo l'espressione A-1 in appendice. Si ottiene così:

Distanza limite  $R(S) = (P \cdot G / (4 \pi S))^{1/2}$  .alla quale viene raggiunta la densità di potenza S (in  $W/m^2$ )

Limite per gli effetti acuti (Limite di esposizione)	$R_A(4 W/m^2) = 20,96 \text{ Km}$
Limite per esposizioni prolungate (Valore di attenzione)	$R_p(0,1 W/m^2) = 132,5 \text{ Km}$
Limite del valore di riferimento per la compatibilità elettromagnetica (CEM)	$R_{CEM}(0,0026 W/m^2) = 814,3 \text{ Km}$

Osservazioni:

Il limite per gli effetti acuti  $R_A = 20,96 \text{ Km}$ , si trova a una distanza inferiore al limite di campo vicino  $d_{lim} = 67,7 \text{ Km}$ ; dunque la procedura di calcolo utilizzata, in questo caso, è affetta da forti incertezze.

Una valutazione del campo emesso, al di fuori del fascio principale, non è realizzabile in mancanza di un diagramma polare per il guadagno d'antenna. Una stima molto qualitativa può essere tentata a partire da quanto riportato nella relazione Zanforlin – Levrieri [6]: “i lobi principali significativi, che si discostano al massimo di  $0,6^\circ$  dalla direzione di massima radiazione, sono all'incirca 40 db al di sotto del lobo principale”. Dunque considerando una distanza angolare di  $0,6^\circ$  dall'asse del fascio, il guadagno d'antenna sarebbe di circa 30 db ( $G=1000$ ) e i limiti si troverebbero a distanze molto inferiori al limite di campo vicino ( $d_{lim} = 67,7 \text{ Km}$ ):

Limite per esposizioni prolungate (Valore di attenzione):  $R_p(0,1 W/m^2) = 1,13 \text{ Km}$

Limite del valore per la compatibilità elettromagnetica  $R_{CEM}(0,0026 W/m^2) = 6,9 \text{ Km}$

A distanze di molto inferiori al limite di campo vicino non è possibile valutare la dipendenza del campo dalla distanza attraverso le formule riportate in appendice. Nel nostro caso, il rapporto di proporzionalità inversa del campo con la distanza, viene completamente perso per distanze inferiori a qualche decina di Km dalla sorgente. A queste distanze è possibile il verificarsi di “punti caldi” di accumulo del campo, che è possibile analizzare solo per via numerica.

L'abitato di Niscemi si trova a distanze comprese tra 1 e 6 Km rispetto alle parabole del sistema MUOS (si veda la cartografia nell'appendice 1), è dunque interamente compreso nella zona di campo vicino delle antenne. Il campo in prossimità delle abitazioni può essere valutato quindi solo attraverso simulazioni numeriche, che necessitano poi di verifica e validazione attraverso misure dirette sul campo.

Dagli scarni dati disponibili si può quindi affermare che: La realizzazione delle antenne MUOS potrebbe portare a un incremento medio dell'intensità del campo in prossimità delle abitazioni più vicine pari a qualche V/m rispetto al livello esistente, con la possibilità del verificarsi di “punti caldi”, con un incremento del campo nettamente superiore. I dati disponibili non consentono di approfondire ulteriormente questa ipotesi.

### **Intensità del campo emesso dai trasmettitori in banda UHF con antenna elicoidale:**

L'antenna elicoidale del trasmettitore UHF emette secondo una direzione preferenziale un flusso di radioonde poco concentrato (un'ampiezza a metà altezza di circa  $15^\circ$ ) in una direzione parallela all'orizzonte [2].

I dati disponibili consentono una valutazione dell'intensità del campo emesso nella direzione principale, utilizzando l'approssimazione di campo lontano.

Utilizziamo qui il valore  $G = 16 \text{ db}$  per il guadagno d'antenna, riportato in [6], anche se sembra essere in contrasto con i diagrammi riportati in [2].

Distanza limite  $R(S) = (P \cdot G / (4 \pi S))^{1/2}$  .alla quale viene raggiunta la densità di potenza S (in W/m<sup>2</sup>)

Limite per gli effetti acuti (Limite di esposizione)	$R_A(1 \text{ W/m}^2) = 18 \text{ m}$
Limite per esposizioni prolungate (Valore di attenzione)	$R_p(0,1 \text{ W/m}^2) = 57 \text{ m}$
Limite del valore di riferimento per la compatibilità elettromagnetica (CEM)	$R_{CEM}(0,0026 \text{ W/m}^2) = 351 \text{ m}$

Osservazioni Il limite per gli effetti acuti  $R_A$  18 m, si trova a una distanza inferiore al limite di campo vicino  $d_{lim} = 32 \text{ m}$ ; dunque la procedura di calcolo utilizzata, per questo parametro, è affetta da forti incertezze.

Per quanto riguarda la stima del campo emesso, al di fuori della direzione principale, ci si può basare sul diagramma polare del guadagno d'antenna riportato nella relazione ARPAS [2], dove: la larghezza a metà altezza del picco è di circa  $\pm 15^\circ$ , mentre l'ampiezza si riduce di dieci volte (-10 db) a una distanza angolare di  $\pm 30^\circ$ , con un lobo a  $+25^\circ$  in cui l'emissione è prossima al massimo. Sul piano verticale invece il massimo dell'emissione è concentrato sul piano orizzontale (inclinazione  $0^\circ$ ) con una larghezza a metà altezza pari circa a  $\pm 10^\circ$ .

Questi dati sono sufficienti a stabilire che in un settore angolare di circa  $30^\circ$ , centrato attorno alla direzione principale di emissione, il campo emesso deve avere un'ampiezza dell'ordine di 1 V/m a distanze dalla sorgente dell'ordine di 350 metri. Valori comunque destinati a incrementare sensibilmente il campo a distanze compatibili con quelle delle abitazioni che, come si osserva nella cartografia nell'appendice 1, si trovano anche a distanze molto ravvicinate (1-2 Km dalle sorgenti).

Questa conclusione sembra in contrasto con quanto affermato nella relazione [6] (considerazione 6), dove si valuta un incremento dovuto al trasmettitore UHF pari al solo 0,5% del campo già esistente. Non è possibile però in questa sede analizzare le ragioni di questa evidente incongruenza, in quanto non sono note le fonti sulle quali è basata la stima della relazione [6].

### **Rischi per la salute umana causati dall'esposizione diretta:**

Per un'analisi dei rischi per la salute umana, si terrà conto separatamente di due tipi di effetti: Gli effetti acuti, legati a esposizioni brevi, a campi di elevata intensità; e gli effetti dovuti a esposizioni prolungate a campi di intensità inferiore.

#### **Effetti acuti:**

Il rischio di effetti acuti è essenzialmente legato all'esposizione diretta al fascio emesso dalle parabole MUOS in banda Ka (30-31 GHz). Un evento di questo tipo è possibile in quanto il limite di esposizione per gli effetti acuti ( $4 \text{ W/m}^2$ ) viene superato a distanze inferiori a  $\sim 20 \text{ Km}$ , mentre l'abitato di Niscemi è tutto raccolto entro un raggio di appena 6 Km dalle sorgenti (si veda la cartografia in appendice 1).

L'esposizione diretta al fascio principale può avvenire in seguito a un malfunzionamento o a un errore di puntamento e può provocare danni gravi e permanenti alle persone accidentalmente esposte a distanze inferiori ai 20 Km. I danni più frequentemente riportati [8] sono dovuti all'ipertermia con conseguente necrosi dei tessuti, l'organo più esposto è l'occhio (cataratta indotta da esposizione a radiofrequenze o a microonde).

L'eventualità di una esposizione diretta al fascio, in seguito ad un errore di puntamento, riguarda l'intera popolazione di Niscemi, e va considerata come il peggiore incidente possibile. L'evento altamente improbabile del sollevamento meccanico delle persone al livello del fascio principale delle antenne, indicato negli studi d'impatto [4] (pag. D11) e [5] (paragrafo 6.3.5, pag. 68), riguarda invece solo il personale addetto ed è da considerarsi a un livello di rischio inferiore.

Effetti dovuti a esposizioni prolungate:

Nel valutare questo tipo di effetti occorre tener conto che, come messo in evidenza dai recenti rilievi dell'ARPAS [1] e [2], l'abitato di Niscemi, già ora è investito dalle emissioni prodotte dalla stazione NRTF, in una misura superiore ai limiti di sicurezza previsti dalla legislazione italiana.

La realizzazione del sistema MUOS, nel medesimo sito, incrementerà necessariamente le emissioni esistenti. A causa delle carenze riscontrate nella documentazione disponibile, tale contributo può essere valutato solo in modo molto approssimativo, infatti:

- Il contributo delle antenne paraboliche in banda Ka è incerto e difficile da valutare sia per carenze nella documentazione (manca il diagramma polare del guadagno d'antenna) e sia perché la zona principalmente interessata (tra 1 e 6 Km dalle antenne) si trova tutta nella zona di campo vicino.

- Il contributo del trasmettitore UHF è concentrato in un settore angolare di circa 30°, attorno alla direzione principale, il cui contributo è però reso incerto dalle incongruenze nella documentazione.

Complessivamente è verosimile che questi trasmettitori diano al campo un contributo dell'ordine di qualche V/m ad alcuni Km di distanza. Contributo non trascurabile visto che le abitazioni già ora interessate da emissioni superiori al limite di tollerabilità si trovano a meno di 2 Km dal sito di installazione delle antenne MUOS (si veda la cartografia in appendice 1).

Un incremento del livello di campo emesso corrisponde a un incremento di rischio, per la popolazione residente nella zona, di contrarre vari tipi di disturbi e malattie, tra cui alcuni tumori del sistema emolinfatico, come evidenziato in numerosi studi epidemiologici [9].

### **Rischi di malfunzionamenti e incidenti legati alle interferenze elettromagnetiche:**

Le considerazioni sulla compatibilità elettromagnetica (CEM), contenute anche negli studi di impatto prodotti dall'US-Navy ([4] par. 2.2.1 pag. D5, [5] par. 6.3.2, pag. 64) indicano come livello di riferimento per il rischio di interferenza e .m. a RF quello di un campo con una componente elettrica di ~ 1V/m.

Alcuni apparecchi commerciali accusano interferenze e malfunzionamenti in presenza di emissioni elettromagnetiche (EME) di alta frequenza già per livelli di campo di 1 V/m. Alcune categorie di dispositivi elettronici, come gli apparecchi elettromedicali (pacemaker, defibrillatori, apparecchi acustici), e la strumentazione avionica, risultano poi particolare vulnerabili a questo tipo di disturbi, tanto da richiedere particolari cautele nel loro utilizzo.

La possibilità di disturbi e interferenze aumenta nel caso in cui nello spettro delle frequenze emesse siano presenti componenti comprese nella banda passante del ricevitore, nel nostro caso però non è possibile un'analisi di questo tipo, in quanto non si conosce il tipo di segnale emesso, e dunque neppure il suo spettro in frequenza.

In condizioni normali di funzionamento il fascio di microonde delle parabole MUOS viene emesso con un angolo di elevazione minima, rispetto all'orizzonte, pari a soli 17° (0,2967 rad), quindi, in queste condizioni, a 30 Km di distanza, verrebbe a trovarsi a soli 10000 metri dal suolo, con un'intensità pari a circa  $2 \text{ W/m}^2$  (~27 V/m).

Una tale densità di potenza è senz'altro in grado di provocare gravi interferenze nella strumentazione di bordo di un aeromobile che dovesse essere investito accidentalmente dal fascio, con conseguenti malfunzionamenti e rischi di incidente.

Rischi ancora più grandi sono legati all'irraggiamento accidentale, a distanza ravvicinata, di un aereo militare, nel quale le interferenze generate possono arrivare a innescare accidentalmente gli ordigni trasportati (come avvenuto nell'incidente a bordo della portaerei Us Forrestal nel 1967).

Queste eventualità non sono assolutamente da considerarsi remote e trascurabili, visto che l'aeroporto di Comiso (di prossima apertura) verrebbe a trovarsi a poco più di 19 Km dal MUOS, e gli aeroporti militare di Sigonella e civile di Fontanarossa (Catania), si troverebbero rispettivamente a 52 Km e a 67 Km.

Tali considerazioni dovrebbero portare a interdire cautelativamente vaste aree dello spazio aereo sovrastanti l'installazione del MUOS, aree che andrebbero individuate e segnalate preventivamente.



## **Effetti negativi sull'ambiente circostante**

La stazione trasmittente del MUOS è stata progettata all'interno di una zona naturalistica protetta (Sughereta di Niscemi, inserita nella rete Natura 2000 come sito di interesse comunitario SIC ITA05007), occorre quindi valutare le conseguenze dell'irraggiamento sulle specie tutelate.

Si può evidenziare un rischio elevato per l'esposizione degli uccelli al fascio principale emesso dalle antenne paraboliche, che può risultare anche fatale, in quanto gli uccelli hanno una maggiore vulnerabilità agli effetti acuti delle microonde rispetto agli esseri umani (il rapporto superficie captante-peso è inferiore e sono animali a sangue freddo, con minore capacità di regolazione della temperatura interna).

Altri esseri viventi fortemente vulnerabili alle microonde sono gli insetti impollinatori, le api in particolare, che sono disturbate da livelli di campo dell'ordine di  $\sim 1$  V/m. I disturbi indotti dalle microonde impediscono alle api di sciamare regolarmente e costruire il nido, portando così a una grave riduzione della popolazione [10], con ripercussioni a catena sulla flora e sull'intera catena alimentare.

## **V - VALUTAZIONI CONCLUSIVE**

Riassumiamo ora le conclusioni cui portano le considerazioni svolte nei precedenti paragrafi:

- 1) Le misurazioni svolte da ARPA-Sicilia tra Dicembre 2008 e Aprile 2010 presso l'NRTF di Niscemi ([1] e [2]), seppure eseguite con strumentazione e procedure non del tutto adeguate, hanno evidenziato un sicuro raggiungimento dei limiti di sicurezza per la popolazione, ed anzi un loro probabile superamento. Data la situazione è opportuno un approfondimento delle misure, con l'avvio immediato di una procedura di riduzione a conformità, finalizzata alla riduzione delle emissioni, e il blocco di ogni ulteriore installazione di unità trasmettenti.
- 2) Le caratteristiche dei dispositivi trasmettenti del sistema MUOS sono note solo in modo incompleto e parzialmente contraddittorio. Nonostante ciò è possibile, seppure con incertezze talvolta elevate, valutare l'intensità delle emissioni e individuare alcuni dei rischi ad esse associati:
  - (a) al fascio principale di microonde emesso dalle parabole MUOS, in caso di errore di puntamento, dovuto a incidente, malfunzionamento o errore, è associato il rischio di irraggiamento accidentale di persone che, entro un raggio di 20 Km, potrebbero subire danni gravi e irreversibili anche per brevi esposizioni. A tale rischio è esposta l'intera popolazione di Niscemi.
  - (b) al fascio principale di microonde emesso dalle parabole MUOS, durante il funzionamento ordinario, è associato il rischio di incidenti provocati dall'irraggiamento accidentale di aeromobili distanti anche decine di Km. Tale rischio investe potenzialmente tutto il traffico aereo della zona circostante (nel raggio di 70 Km dal sito di installazione del MUOS si trovano tre aeroporti).
  - (c) Le emissioni fuori-asse delle parabole MUOS, benché difficili da valutare a causa delle carenze e delle contraddizioni nei dati disponibili, potrebbero fornire un contributo al campo esistente tutt'altro che trascurabile: dell'ordine di 1 V/m a qualche Km di distanza dalle sorgenti (le prime abitazioni si trovano a 1-2 Km di distanza dalle sorgenti, mentre il centro della cittadina di Niscemi dista 5 Km). Tale contributo provocherebbe un incremento del rischio, già ora elevato, di contrarre malattie dovute all'esposizione cronica ai campi emessi dalla stazione NRTF esistente.
  - (d) Il progetto prevede che stazione trasmittente MUOS venga realizzata all'interno di una zona

naturalistica protetta, il che impone di valutare anche le conseguenze delle emissioni sull'ambiente circostante. Particolarmente gravi sono le possibili conseguenze sull'avifauna (in seguito all'irraggiamento dovuto al fascio principale emesso dalle parabole) e sulle popolazioni di api, con ricadute a catena sull'intero ecosistema.

I rischi esposti, sono stati sottovalutati, (a) e (c), o del tutto ignorati, (b) e (d), nelle precedenti valutazioni [4], [5] e [6].

Neppure si può utilizzare la “previsione di una non operatività di parte delle 27 antenne funzionanti”, in seguito alla futura entrata in funzione del MUOS, come argomento per mitigare l'impatto di una sua eventuale realizzazione (relazione [6], conclusioni). Tale previsione, così formulata, è generica e proiettata in un futuro incerto, mentre il raggiungimento da parte dell'NRTF dei limiti di sicurezza, è certo e attuale, come rilevato dall'ARPAS ([1] e [2]). Dunque la riduzione delle emissioni è un'esigenza da realizzare immediatamente e senza che ulteriori emissioni si possano aggiungere a quelle esistenti.

In conclusione, per un principio di salvaguardia della salute della popolazione e dell'ambiente, non dovrebbe essere permessa alcuna installazione di ulteriori sorgenti di campi e.m. presso la stazione NRTF di Niscemi, e anzi occorre approfondire lo studio delle emissioni già esistenti e pianificarne una rapida riduzione, secondo la procedura di “riduzione a conformità” prevista dalla legislazione italiana in vigore.

Alle emissioni del sistema MUOS sono associati rischi di gravi incidenti e di danni per la salute della popolazione e per l'ambiente, che andrebbero attentamente valutati, e che ne impediscono la realizzazione alla distanza di appena qualche Km da aree densamente abitate, come quella della cittadina di Niscemi.

## Fonti utilizzate

[1] ARPA Sicilia, istruttoria progetto 002-06/1035, sito radio U.S. Navy - Riserva Naturale Sughereta di Niscemi (CL), (in archivio al comune di Niscemi, protocollo n.19496 21/11/2008)

[2] ARPA Sicilia, Monitoraggio CEM – RF (in archivio al comune di Niscemi, protocollo n.0009079 2/4/2009)

[3] ARPA Sicilia, Installazione sistema di comunicazione per utenti mobili (MUOS), sito radio U.S. Navy di Niscemi - U.S. Navy 41° stormo - Sigonella (Ufficio Presidenza Regione Sicilia, protocollo n.223 8/3/2011)

[4] Progetto di installazione del sistema di comunicazione per utenti mobili (MUOS) a Niscemi , a cura della Base aerea di Sigonella, dell'aeronautica militare italiana, e della Base aeronavale statunitense di Sigonella, Sicilia, (depositato presso l'ufficio tecnico del comune di Niscemi)

[5] Studio di Incidenza Ambientale relativo al progetto “MUOS Mobile User Objective System – MUOS” (sistema ad obiettivo utente mobile), preparato da GEMO – Team MUOS Niscemi e LAGECO di Parini Adriana, su incarico di NAVFAC (Naval Facilities Engineering Command) Europe and South West Asia, nell'Aprile 2008, a firma dell'Ing. Pietro Fanelli (depositato presso l'ufficio tecnico del comune di Niscemi)

[6] Facoltà di Ingegneria, Università degli studi di Palermo, “Sistema Mobile User Objective System – MUOS – Trasmissione parere sul rischio per la popolazione di Niscemi” , prof. Ing. L.

Zanforlin e P. Levrieri (Ufficio Presidenza Regione Sicilia, protocollo n.5515 25/5/2011).

[7] Informazioni relative alla potenza di emissione delle antenne VLF/LF Verdin reperibili nel sito Global Security (<http://www.globalsecurity.org/military/facility/niscemi.htm>) e nell'articolo Jane's Military Communications del 29 Luglio 2009, reperibile anche in rete all'indirizzo <http://www.janes.com/articles/Janes-Military-Communications/AN-FRT-95A-solid-state-transmitter-United-States>.

[8] Per una descrizione degli effetti acuti dovuti all'esposizione alle radiofrequenze e alle microonde si veda ad esempio: World Health Organization, "Environment Health Criteria 16, Radiofrequency and Microwave", Geneva 1981.

[9] Studi epidemiologici per l'esposizione a microonde: F. C. Garland, E. Shaw, E. D. Gorham, C. F. Garland, M. R. White and P. Sinsheimer, "Incidence of leukemia in occupations with potential electromagnetic field exposure in United States navy personnel", American Journal of Epidemiology 132 (1990) 293.

F. D. Groves, W. F. Page, G. Gridley, L. Lismaque, P. A. Stewart, R. E. Tarone, M.H. Gail, J. D. Boice, G. W. Beebe, "Cancer in Korea War Navy Technicians: Mortality Survey after 40 Years", American Journal of Epidemiology 155 (2002) 810.

Stanislaw Szmigielski, "Cancer morbidity in subjects occupationally exposed to high frequency (radiofrequency and microwave) electromagnetic radiation", The Science of the Total Environment 180(1996) 9-17.

E. Degraeve, B. Meeusen, A. Grivegnèe, M. Boniol, and P. Autier, "Causes of death among Belgian professional military radar operators: a 37-year retrospective cohort study", Int. J. Cancer 124 (2009), 945-951.

[10] H. Korall, T. Leucht and H. Martin, "Burst of magnetic fields induce jumps of misdirection in bees by a mechanism of magnetic resonance", Journal of Comparative Physiology A, 162 (1988) 279.

H. Schiff, "Modulation of spike frequencies by varying the ambient magnetic field and magnetite candidates in bees (*Apis Metallifera*)", Comp. Biochem. Physiol. A 100 (1991) 975

# APPENDICE – 1

  
 Comune di Niscemi  
 Ortofoto e Catasto - Distanze da Impianto MUOS

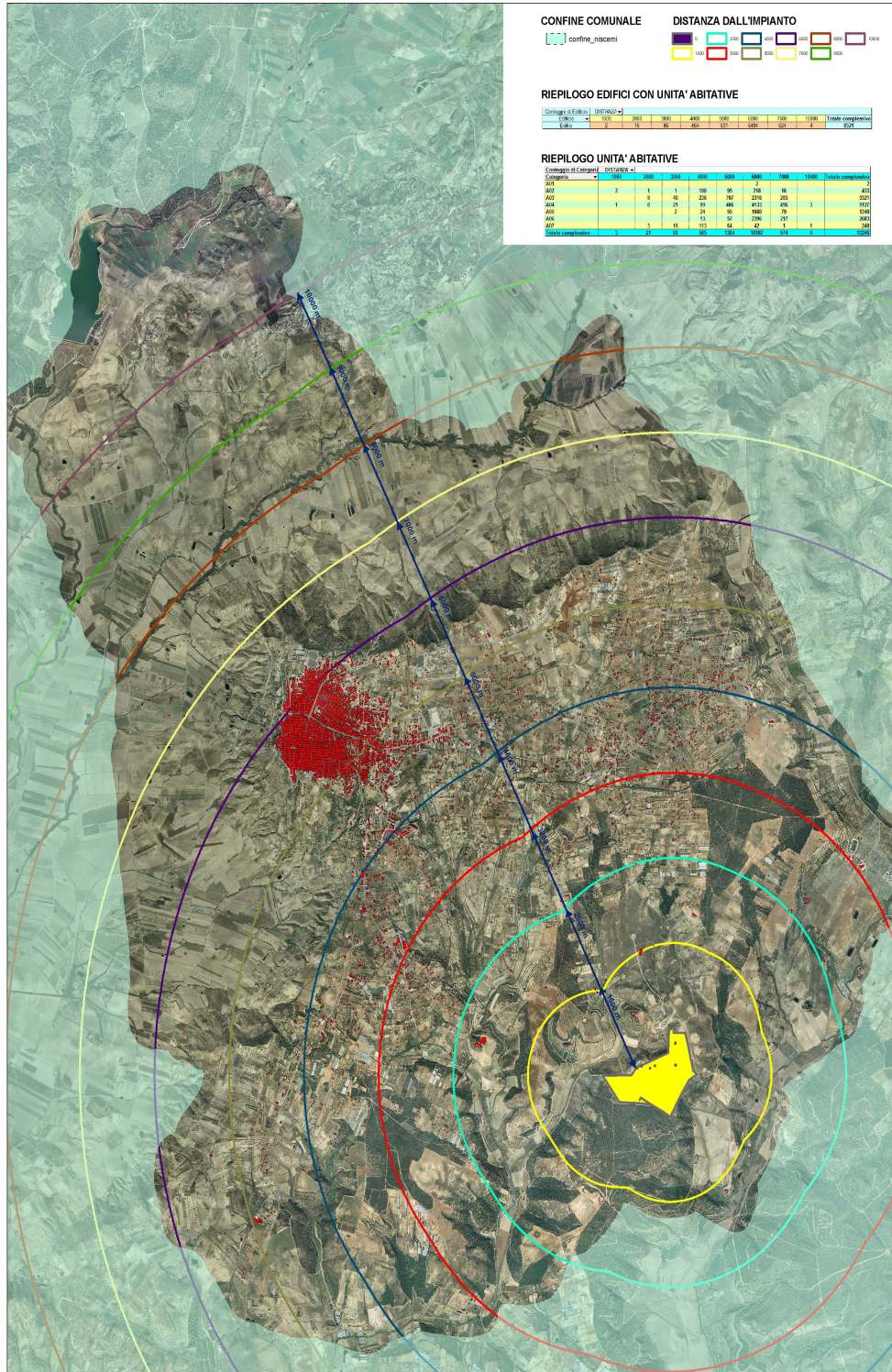


Figura 1 - Ortofotografia catastale con indicazione delle distanze delle abitazioni dal sito previsto per l'impianto MUOS (a cura dell'ufficio tecnico del comune di Niscemi).



## APPENDICE - 2

### Simboli formule e costanti utilizzate

$f$  = frequenza di emissione     $\lambda = c/f$  lunghezza d'onda associata

$c = 3 \cdot 10^8$  m/sec = velocità della luce

$P$  = Potenza media emessa

$S$  = densità di potenza emessa

Guadagno d'antenna (in decibel):  $G = 10 \log_{10}(S/S_{\text{isotropa}})$

Dove  $S$  è la densità di potenza emessa dall'antenna nella direzione di massima potenza e  $S_{\text{isotropa}}$  è la densità di potenza che sarebbe emessa invece da un radiatore perfettamente isotropo.

Limite di campo vicino  $d_{\text{lim}} = \max(\lambda, 2D^2/\lambda)$  ,

dove con  $D$  si indica la massima dimensione dell'antenna

Densità di potenza, in assenza di assorbimento atmosferico, nella regione di campo lontano, alla distanza  $R > d_{\text{lim}}$  dall'antenna emittente (norma CEI 211-7, eq. 6.10):

$$S = P \cdot G / (4 \pi R^2) \quad (\text{A - 1})$$

$E$  = campo elettrico                       $R_0 = 377 \Omega$  = impedenza d'onda nel vuoto

Relazioni che legano densità di potenza  $S$  al campo elettrico  $E$  (norma CEI 211-7, eq. 6.3 e 6.4), in condizioni di campo lontano:

$$S = E^2 / R_0 \quad E = (S \cdot R_0)^{1/2} \quad (\text{A - 2})$$

Fattore di conversione pollici (inch) - cm: 1 inch = 2,54 cm

### Limiti di legge per campi di radiofrequenza ( $f > 100$ KHz)

Fissati per l'Italia dalla legge 36 del 22 Febbraio 2001 e dal decreto attuativo DPCM dell'8 Luglio 2003.

A) Limite di esposizione:

Questo limite non deve essere superato mai e in nessun caso, oltre sono possibili effetti acuti e danni immediati per l'organismo.

Il suo valore dipende dalla frequenza del campo emesso:

per  $100 \text{ KHz} < f < 3 \text{ MHz}$      $E = 60 \text{ V/m}$  ,  $H = 0,2 \text{ A/m}$

per  $3 \text{ MHz} < f < 3 \text{ GHz}$          $E = 20 \text{ V/m}$  ,  $S = 1 \text{ W/m}^2$

per  $3 \text{ GHz} < f < 300 \text{ GHz}$      $E = 40 \text{ V/m}$  ,  $S = 4 \text{ W/m}^2$

B) Valore di attenzione:

Questo limite non deve essere mai superato in prossimità delle abitazioni, degli edifici pubblici, e dei luoghi dove sia prevista una presenza continuativa delle persone superiore alle 4 ore. Oltre questo limite sono possibili effetti stocastici, danni all'organismo dovuti all'esposizione prolungata e all'accumulo.

Il suo valore non dipende dalla frequenza del campo emesso e vale sempre

$$S = 0.1 \text{ W/m}^2 \quad ; \quad E = 6 \text{ V/m}$$

Tabella di corrispondenza E-S

E (V/m)	S (W/m <sup>2</sup> )	E (V/m)	S (W/m <sup>2</sup> )	E (V/m)	S (W/m <sup>2</sup> )	E (V/m)	S (W/m <sup>2</sup> )
1.00	0.0026	7.00	0.13	15.0	0.60	50.0	6.63
2.00	0.011	8.00	0.17	20.0	1.06	60.0	9.60
3.00	0.024	9.00	0.21	25.0	1.66	70.0	13.0
4.00	0.042	10.0	0.26	30.0	2.39	80.0	17.0
5.00	0.066	11.0	0.32	35.0	3.25	90.0	21.5
6.00	0.095	12.0	0.38	40.0	4.24	100	26.5