

Area Operativa  
Progettazione Spazi Aerei

## *Studio Aeronautico*

**Valutazione di compatibilità elettromagnetica del  
sistema MUOS di prevista installazione nel Comune  
di Niscemi con le operazioni di volo dell'aeroporto di  
Comiso (LICB)**

STATO	DISTRIBUZIONE	Versione 1.0
<input type="checkbox"/> Bozza	<input type="checkbox"/> Pubblico	
<input type="checkbox"/> in Verifica	<input type="checkbox"/> Interno ENAV	
<input checked="" type="checkbox"/> Approvato	<input checked="" type="checkbox"/> Riservato	

	NOME E COGNOME	RUOLO / STRUTTURA DI APPARTENENZA	DATA	FIRMA
Redazione	Caterina Zappi	Progettazione Spazi Aerei	26/06/2013	FIRMATO
Verifica	Giuseppe Scala	Responsabile Progettazione Spazi Aerei	26/06/2013	FIRMATO
Approvazione	Massimo Bellizzi	Direttore Generale	26/06/2013	FIRMATO

## Sommario

Introduzione .....	6
Scopo del documento .....	6
Riferimenti .....	6
Il sistema MUOS (Mobile User Objective System).....	7
Dati di input ed ipotesi di lavoro.....	10
Scenario operativo.....	13
Valutazioni e risultati .....	19
Conclusioni .....	25
Allegato A .....	26

## Lista ACRONIMI

AD	Aerodromo
AGL	Above Ground Level
AIP	Aeronautical Information Publication
AMSL	Above Mean Sea Level
ARP	Aerodrome Reference Point
BRA	Building Restricted Area
Cat.	Categoria
DB	Data Base
DME	Distance Measuring Equipment
DVOR	Doppler VHF Omni Range
EMC	ElectroMagnetic Compatibility
EMI	ElectroMagnetic Interference
ENAC	Ente Nazionale Aviazione Civile
ENAV	Ente Nazionale Assistenza Volo
FAF	Final Approach Fix
FT	Feet
IAF	Initial Approach FixGP
GP	Glide Path
GNSS	Global Navigation Satellite System
IC	Initial Climb
IF	Intermediate Fix
ILS	Instrument Landing System
KT	Knots (Miglia Nautiche Orarie)
LO	Locator
LOC	Localizer
MA	Missed Approach
MAPt	Missed Approach Point
MCA	Minimum Crossing Altitude
MEA	Minimum En-route Altitude
MEL	Minimum En-route Level
MM	Middle Marker
MOC	Minimum Obstacle Clearance
MSA	Minimum Sector Altitude
NDB	Non Directional Beacon
NM	Nautical Miles
OAS	Obstacle Assessment Surfaces
OCA/H	Obstacle Clearance Altitude/Height
OM	Outer Marker
PDG	Procedure Design Gradient
R/A	RadioAssistenza
RDH	Reference Datum Height
RNAV	Area Navigation
RR/AA	RadioAssistenze
RRMM	Radiomisura

---

RWY	Runway
SID	Standard Instrumental Departures
STAR	Standard Arrival Routes
THR	Threshold
TP	Turning Point
UTM	Universal Transverse Mercator (coordinate system)
VOR	VHF Omni Range
WGS84	World geodetic system 1984

## Introduzione

### Scopo del documento

Lo scopo di questo Studio Aeronautico è quello di verificare eventuali criticità determinate dalla stazione di terra del sistema **MUOS (Mobile User Objective System)**, di prevista installazione nel Comune di Niscemi, nei confronti delle operazioni di volo dell'aeroporto di Comiso (LICB) e dei principali apparati CNS (Comunicazione, Navigazione e Sorveglianza) di competenza ENAV S.p.A..

Il sito d'installazione prescelto per il MUOS dista circa 20 Km dal suddetto aeroporto.

Lo studio in argomento tratta esclusivamente l'aspetto di compatibilità elettromagnetica, con particolare attenzione agli effetti d'interferenza (EMI – ElectroMagnetic Interference). **Non sono invece oggetto di studio i potenziali rischi per la salute della popolazione e quelli associati ai danni che le emissioni del MUOS potrebbero provocare all'ambiente circostante, né tantomeno gli effetti sulla struttura dell'aeromobile.**

### Riferimenti

Vengono elencati di seguito i documenti di riferimento per la raccolta dei dati di input e per l'elaborazione delle ipotesi di lavoro:

- [AD1] Report SPAWAR (Space and Naval Warfare System Center Charleston, South Carolina) “Electromagnetic environmental effects (E3) site approval review final report for the installation of the Mobile User Objective System (MUOS) and Ultra High Frequency (UHF) helical transmitters at the U.S. Naval Radio Transmitter Facility (NRTF), Niscemi, Sicily”, February 2006;
- [AD2] SPAWAR Responses “Transmission power of Ka-band MUOS antennas” and “UHF antennas”
- [AD3] Required documentation for graphic data processing of radiation beam electromagnetic impact by existing antennas at Niscemi and the antennas included in the MUOS project
- [AD4] Report SPAWAR (Space and Naval Warfare System Center Charleston, South Carolina) “Electromagnetic Interference (EMI) survey report for the MUOS, U.S. Naval Radio Transmitter Facility (NRTF), Niscemi, Sicily IT

## Il sistema MUOS (Mobile User Objective System)

Il MUOS è un sistema di comunicazioni satellitari (SATCOM) ad altissima frequenza (UHF) e a banda stretta, la cui configurazione definitiva sarà composta da quattro satelliti geostazionari (più un quinto di backup) e quattro stazioni di terra, così dislocate: due localizzate negli Stati Uniti, in Virginia e nelle Hawaii, il terzo in Oceania e il quarto in Italia, nel Comune di Niscemi.

In particolare, il sito prescelto in Italia per l'installazione di questo nuovo sistema si trova presso la centrale di telecomunicazione della marina militare USA (NRTF - Naval Radio Transmitter Facility), a circa 20 Km dall'Aeroporto di Comiso.



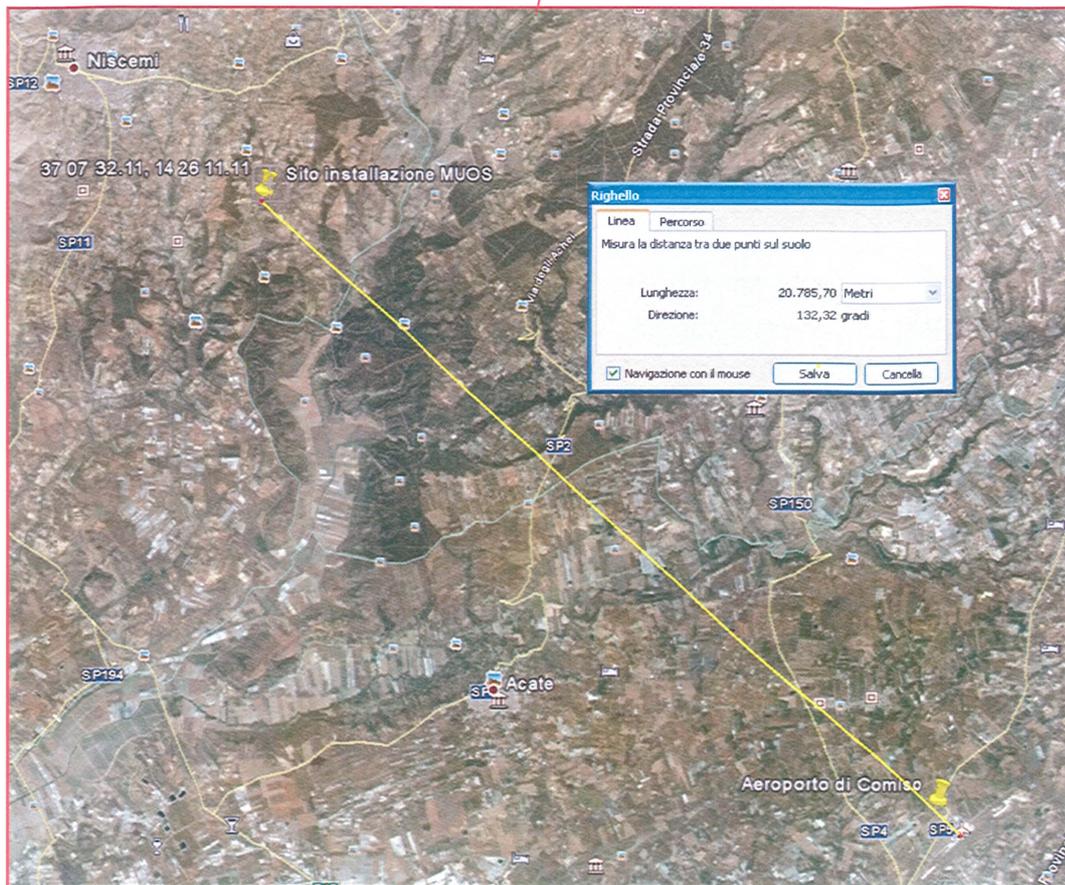


Figura 1 - Le basi MUOS nel mondo, in particolare a Niscemi

Il MUOS avrà lo scopo di assicurare il funzionamento dell'ultima generazione della rete satellitare in UHF (altissima frequenza) per collegare tra loro i Centri di Comando e Controllo delle Forze Armate USA, i centri logistici ed i terminali militari radio esistenti, i gruppi operativi in combattimento, i missili Cruise, i velivoli senza pilota, ecc. Questo programma, gestito dal Dipartimento della Difesa degli Stati Uniti, sarà in grado d'integrare forze navali, aeree e terrestri in movimento in qualsiasi parte del mondo.

In dettaglio, la componente di terra del sistema di telecomunicazione MUOS sarà composta da:

- tre grandi antenne paraboliche (due continuamente in funzione e una di riserva), con un diametro di 18,4 metri, 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, alte 149 metri, per il posizionamento geografico.

Ulteriori informazioni riguardo queste antenne verranno riportate nel seguente paragrafo.

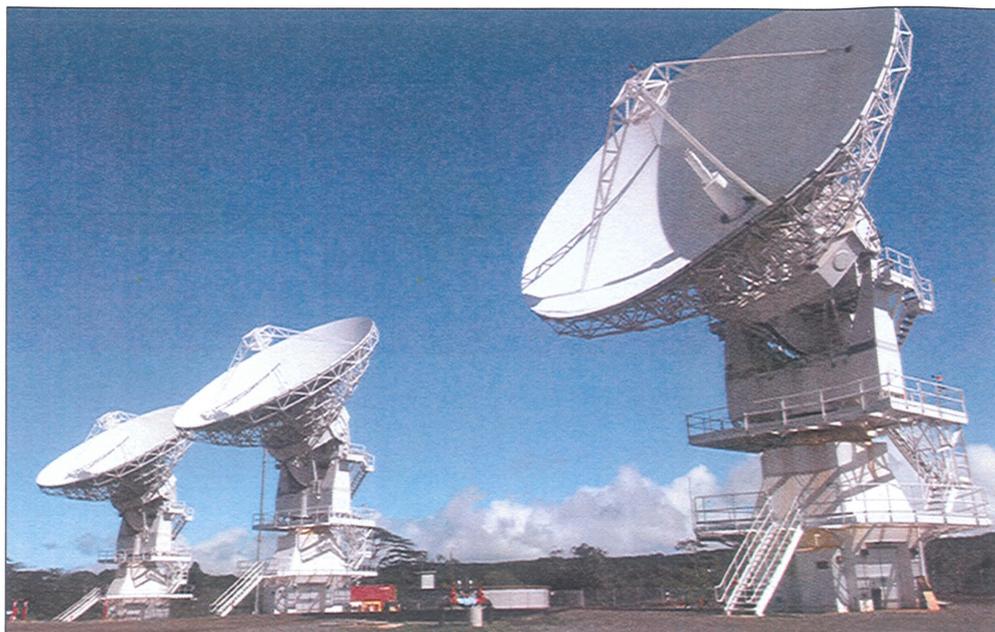


Figura 2 - Stazione di terra MUOS a Wahiawa (Hawaii)

## Dati di input ed ipotesi di lavoro

Sulla base della documentazione fornita e riportata in [AD], vengono di seguito raccolti i principali dati di input ed elaborate le ipotesi di lavoro.

La seguente immagine mostra la posizione delle antenne del sistema MUOS e di quelle esistenti (attive e non) nel sito d'installazione prescelto. L'attuale configurazione della centrale di telecomunicazione NRTF (Naval Radio Transmitter Facility) comprende già diverse antenne HF (High Frequency) ed una LF (Low Frequency) ad alta potenza.

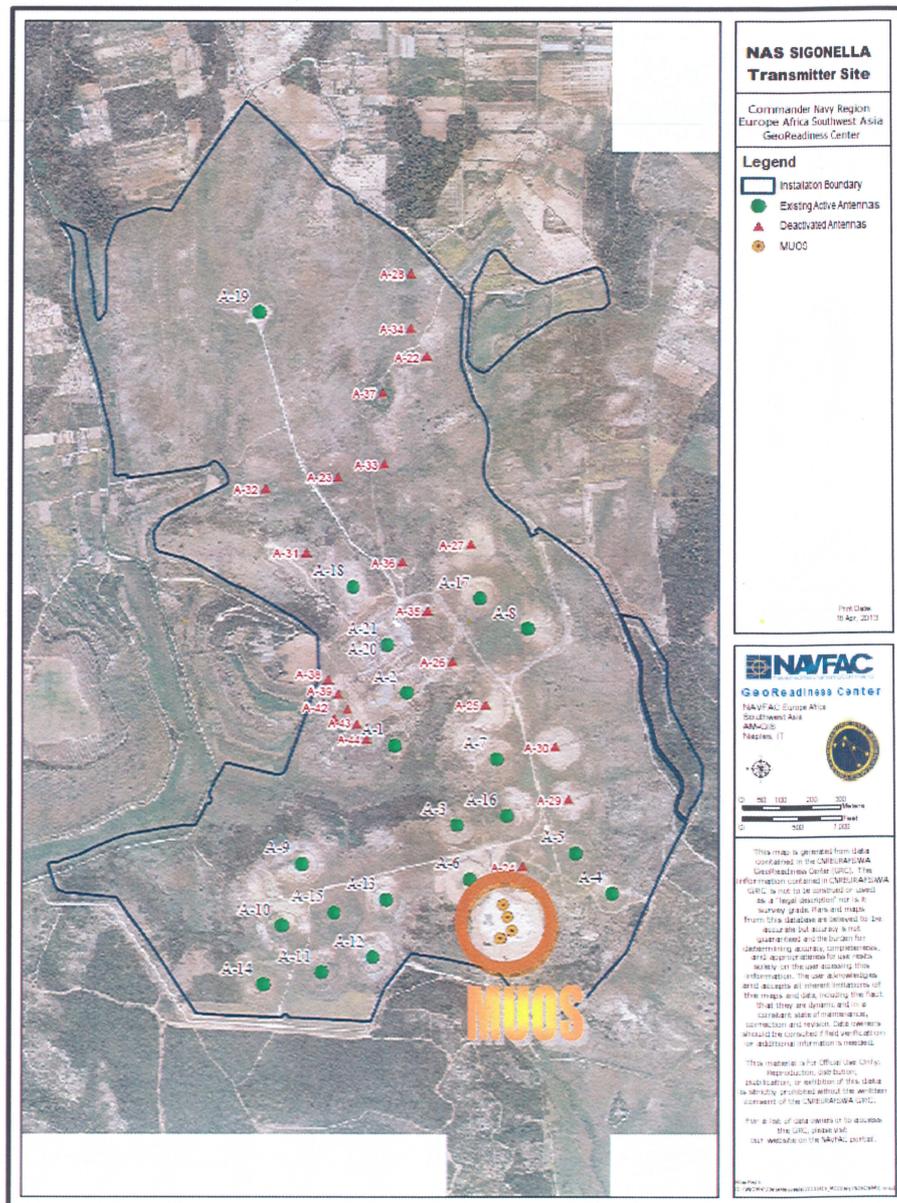


Figura 3 – Posizione del sistema MUOS

Le principali caratteristiche di radiazione del terminale terrestre del sistema MUOS, sia per quanto riguarda le antenne paraboliche che i trasmettitori elicoidali, sono schematizzate nelle seguenti tabelle:

<i>MUOS: Antenna parabolica in banda Ka</i>	
<b>Operational Transmit Frequency Range</b>	30 – 31 GHz
<b>Operational Receive Frequency Range</b>	20 – 21.2 GHz
<b>Modulation Utilized</b>	Wideband Code Division Multiple Access (WCDMA)
<b>Transmit Power</b>	138.04 Watts
<b>Maximum Transmission Power *</b>	200 Watts (23dBW)
<b>Antenna Diameter</b>	18.4 meter dish
<b>Antenna Beam Width Horizontal/Vertical</b>	0.04/0.04 degrees
<b>Polarization</b>	Right Hand Circular
<b>Antenna Azimuth (Elevation Angle)</b>	224 degrees (36.2 degrees) 109.3 degrees (17 degrees)
<b>Antenna Height above ground</b>	11.2 meters (36.7 feet) AGL
<b>Antenna Transmit Gain</b>	71.4 dBi at 30.8 GHz in the transmit band
<b>31.000 GHz Transmit Antenna Pattern</b>	Figura 4
<b>Peak Angle Offset</b>	0.1 degrees

\* la potenza massima ipotizzata è pari a 1600W

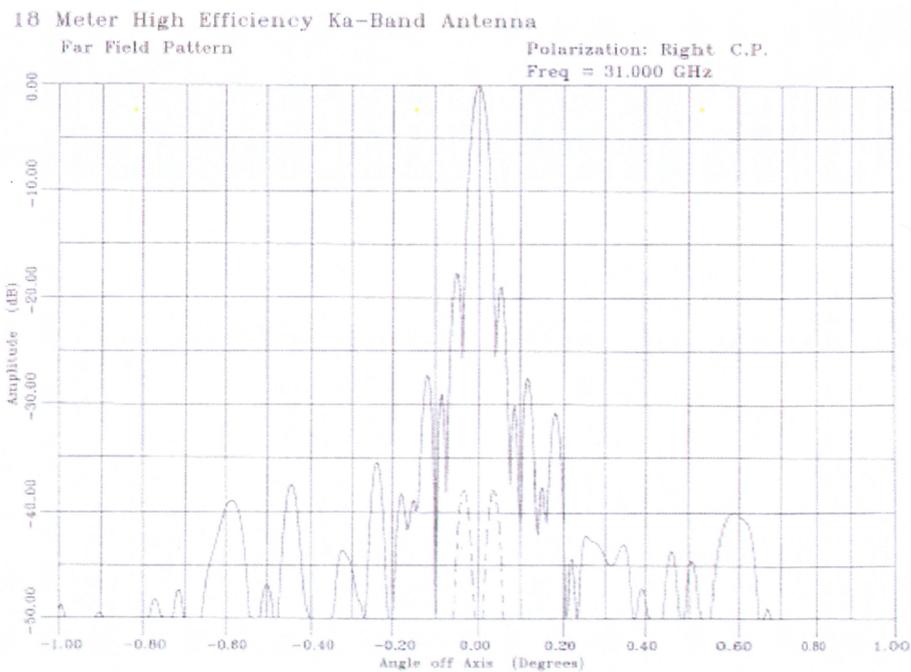


Figura 4 – Diagramma di radiazione dell'antenna parabolica (31 GHz)

<i>MUOS: Antenna UHF elicoidale</i>	
<b>Operational Transmit Frequency Range</b>	240 - 315 MHz
<b>Operational Receive Frequency Range</b>	240 - 315 MHz
<b>Transmit Power (worst case)</b>	105 Watts
<b>Antenna Diameter</b>	13 inches
<b>Antenna Length</b>	4 meters
<b>Polarization</b>	Right Hand Circular
<b>Antenna Height above ground</b>	3.7 meters (12 feet) AGL
<b>Antenna Transmit Gain</b>	16 dBi
<b>270 MHz Transmit Antenna Pattern</b>	Figura 5
<b>Peak Angle Offset</b>	115 degrees

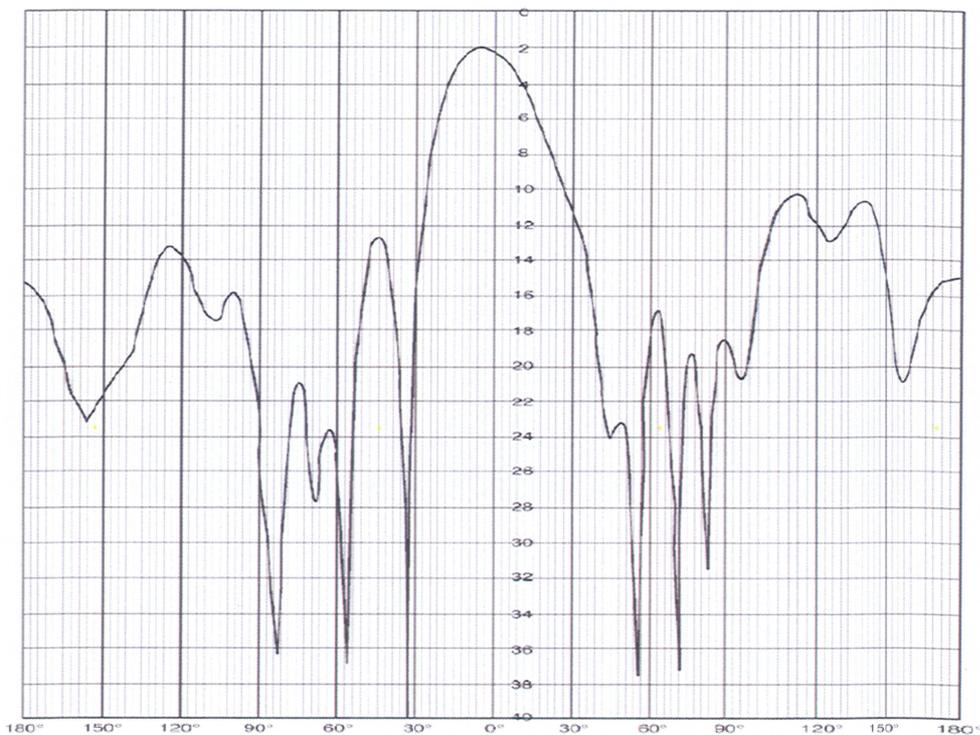


Figura 5 – Diagramma di radiazione dell'antenna elicoidale (270 MHz)

## Scenario operativo

Al fine di considerare tutti gli apparati che potrebbero risultare potenzialmente disturbati dalla presenza delle nuove antenne, sia a terra che a bordo degli aeromobili, vengono di seguito elencate le RR/AA a servizio dell'aeroporto di Comiso:

19) RADIOASSISTENZE ALLA NAVIGAZIONE E ALL'ATTERRAGGIO RADIO NAVIGATION AND LANDING AIDS							
Tipo di radioassistenza Type of aid CAT di/of ILS (VAR ILS/VOR)	ID	FREQ	Orario Operational hours	Coordinate antenna site coordinates (WGS84)	Elevazione antenna DME Elevation of DME antenna	Copertura operativa nominale Limitazioni Designated operational Limitations	Note Remarks
1	2	3	4	5	6	7	8
VOR/DME (2° E-2010.0)	COM	113.45 MHZ CH 61Y	VOR H24 DME H24	VOR 36°59'06.3"N 014°35'40.7"E DME 36°59'05.8"N 014°35'40.7"E	200 M AMSL	40 NM/25000 FT limitazioni a/limitations at 25 NM 180°/290° MRA 5000 FT 290°/180° MRA 8000 FT	1) MAIN: primo WED di ogni mese/first WED each month: 0800-1000 (0700-0900)
ILS RWY 05 LOC CAT I (2° E-2010.0)	ICMS	108.95 MHZ	H24	37°00'16.3"N 014°37'18.7"E	NIL	limitazioni oltre/limitations beyond 17 NM MRA 3500 FT	1) Fascio posteriore non utilizzabile/back beam not usable 2) COV: Entro le 17 NM lato sinistro RCL copertura ridotta a 30° /within left side RCL coverage reduced to 30°
GP	-	329.15 MHZ	H24	36°59'21.3"N 014°38'04.3"E	NIL	NIL	Slope 3° RDH: 15.00 M
MM	-	75.00 MHZ	H24	36°59'03.5"N 014°35'29.8"E	NIL	NIL	NIL

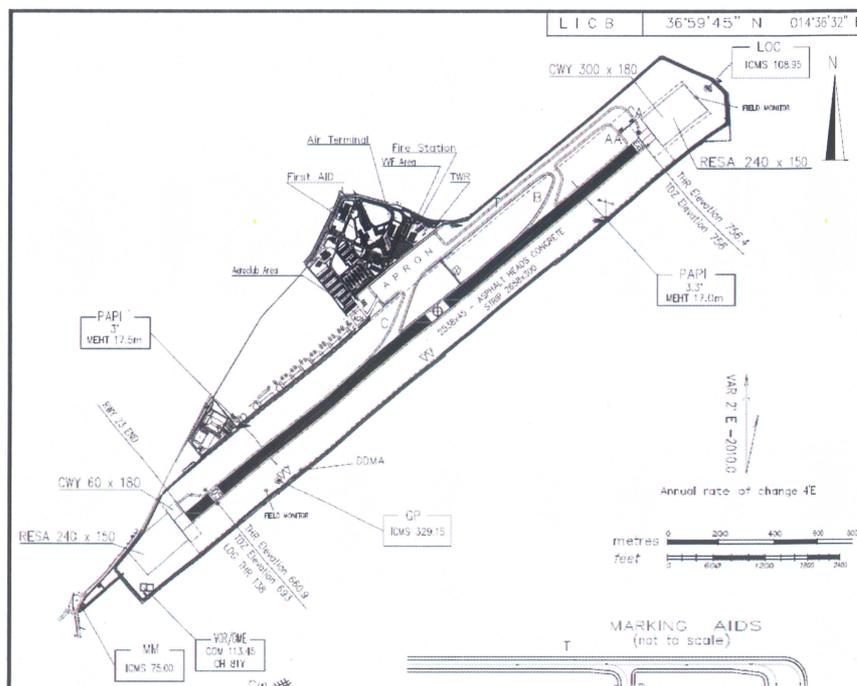


Figura 6 – RR/AA nell'Aeroporto di Comiso

Viene mostrata di seguito la posizione del MUOS rispetto all'aeroporto di Comiso ed alla geografia ATS:

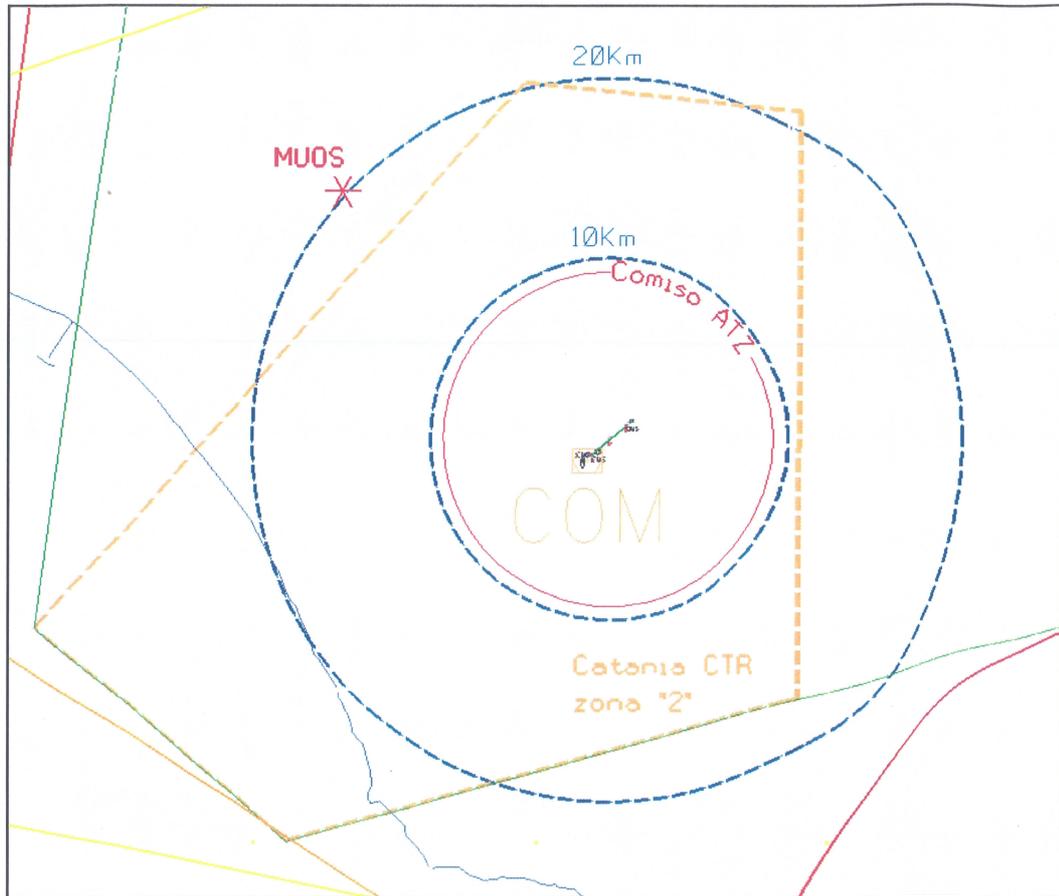


Figura 7 – Geografia ATS e sistema MUOS

La problematica trattata, però, non riguarda soltanto i sistemi a terra (LOC, GP; DME e VOR), ma anche gli apparati a bordo degli aeromobili. Vengono pertanto mostrate di seguito le principali procedure di volo da/per l'Aeroporto di Comiso con indicazione della posizione del MUOS e della relativa distanza.

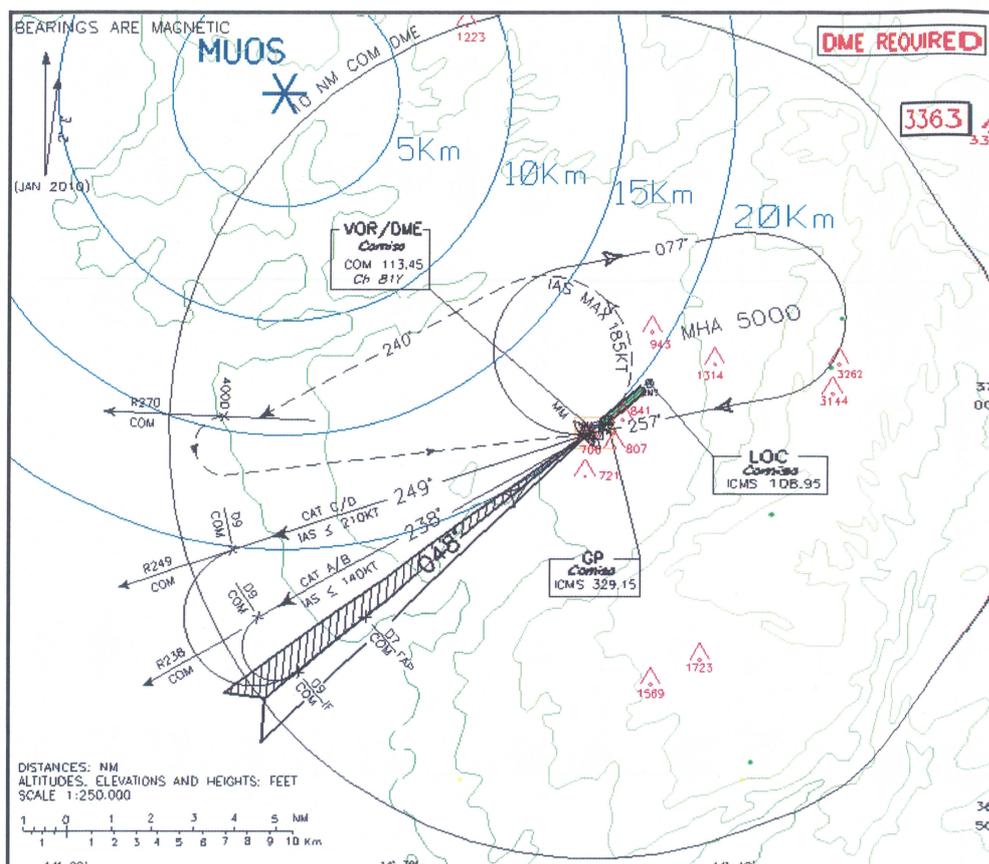


Figura 8 – MUOS e procedura di avvicinamento ILS RWY05



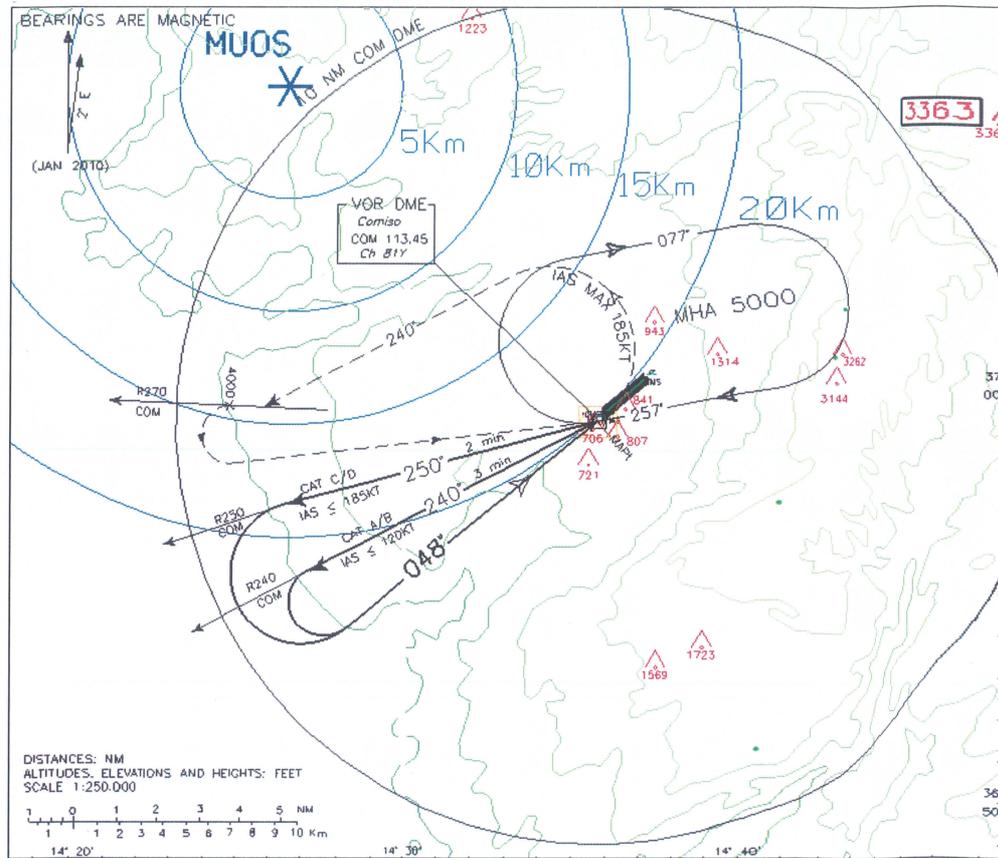


Figura 10 – MUOS e procedura di avvicinamento VOR Y RWY05

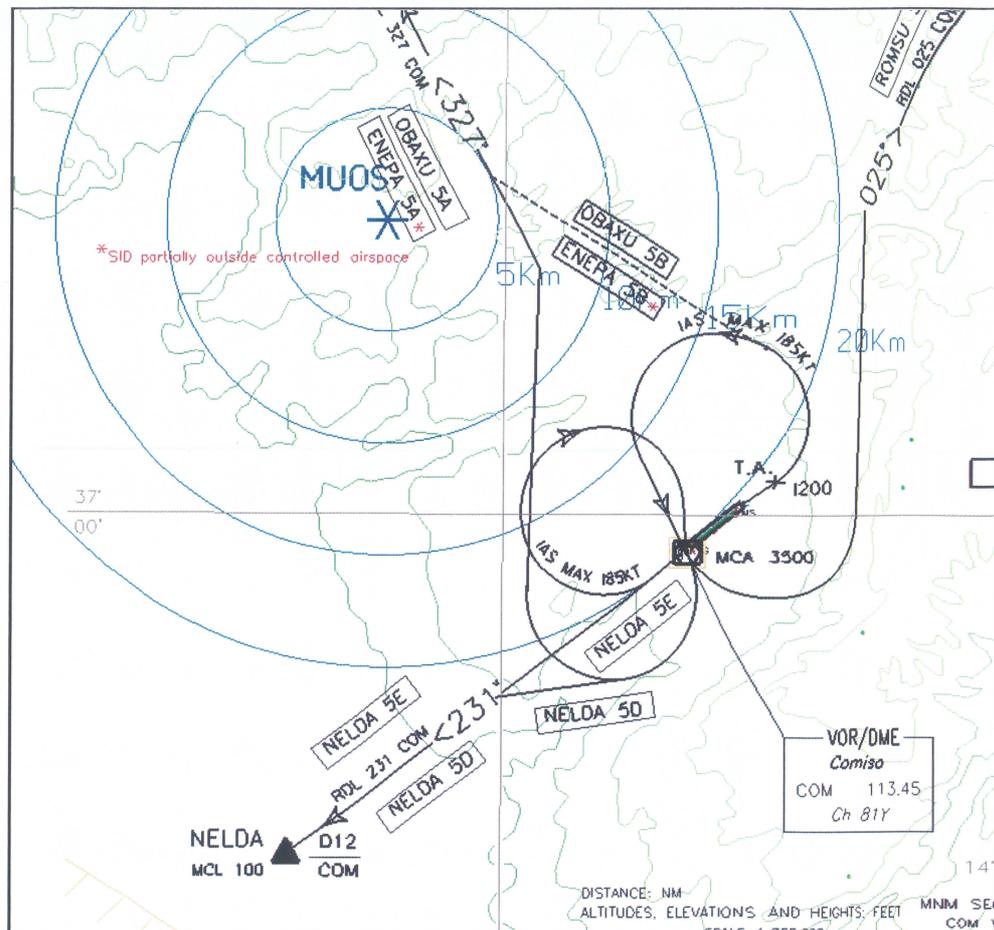


Figura 11 – MUOS e procedura di partenza (SID) RWY 05/23

A titolo di completezza sono riportate in Allegato A le cartine di procedura pubblicate.

## Valutazioni e risultati

Dall'analisi dei dati di input si riscontra che le tre antenne paraboliche (una delle quali di riserva) avranno le seguenti caratteristiche:

- diagramma di antenna con ampiezza del fascio a -3dB di 0.04 gradi sia in azimuth che in elevazione;
- puntamento del fascio di:
  - 224° in azimuth e 36.2° in elevazione
  - 109.3° in azimuth e 17° in elevazione.

In considerazione dello scenario operativo dall'analisi si rileva che il fascio nella direzione di 224° non interessa sia l'ATZ di Comiso che le direttrici di volo.

Il fascio nella direzione di 109.3° potrebbe invece interessare i seguenti segmenti di procedura:

- La holding della procedura ILS RWY 05, VOR-Z/Y RWY 05 con MHA di 5000FT per distanze superiori di 15Km;
- Alcune SID e STAR tra 5Km e 20Km.

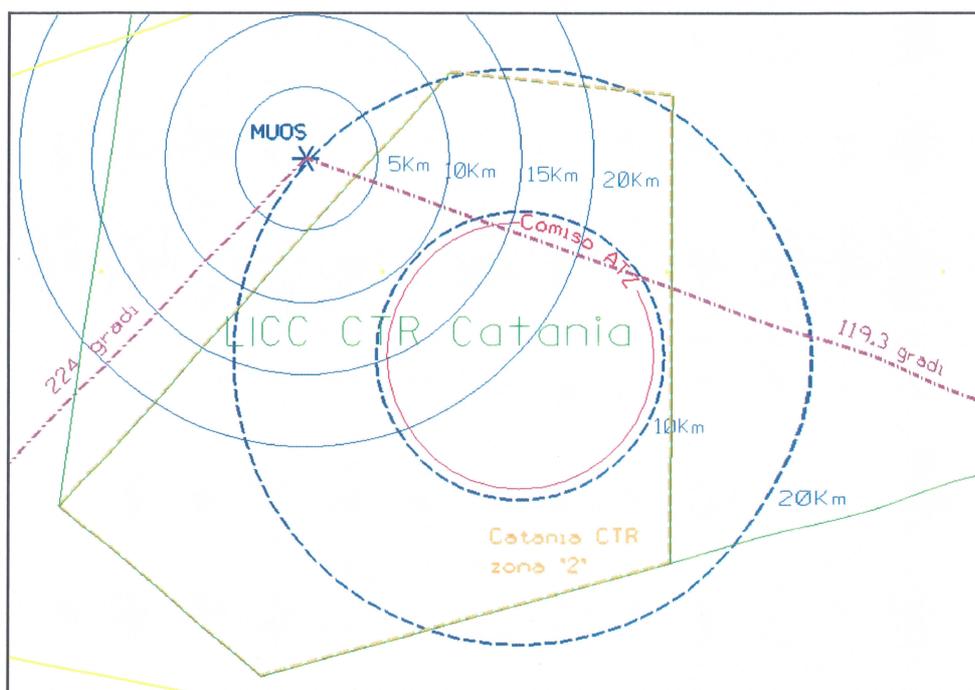


Figura 12 – Geografia ATS e puntamento antenne paraboliche del sistema MUOS



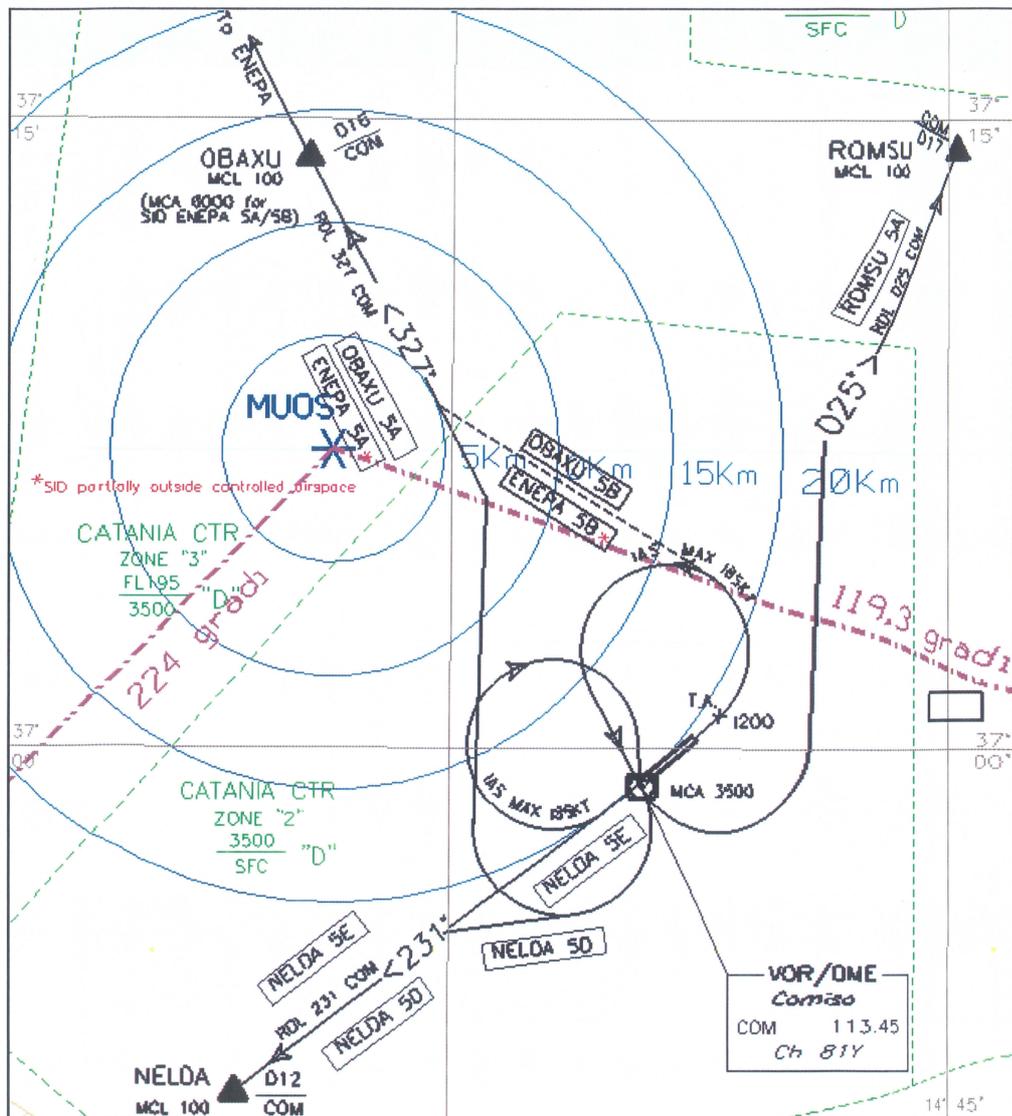


Figura 14 – SID e puntamento antenne paraboliche del sistema MUOS



Nella seguente tabella viene riportato, per ogni segmento di procedura interessato, la quota del fascio con elevazione di 17°.

	Segmento di procedura interessato	Distanza minima del segmento interessato (a terra)	Quota del segmento di procedura interessati	Quota del fascio con elevazione di 17° (*)
<b>Procedura ILS RWY 05, VOR-Z/Y RWY 05</b>	Holding	19Km circa	MHA di 5000FT	19000FT
<b>SID</b>	OBAXU 5A	7300m	da 3500FT sul VOR/DME COM a MCL di FL100 sul punto OBAXU	7300FT
<b>SID</b>	OBAXU 5B	19000m	da 3500FT sul VOR/DME COM a MCL di FL100 sul punto OBAXU	19000FT
<b>SID</b>	ENEPA 5A	7300m	da 3500FT sul VOR/DME COM a MCA di 6000FT sul punto OBAXU	7300FT
<b>SID</b>	ENEPA 5B	19000m	da 3500FT sul VOR/DME COM a MCA di 6000FT sul punto OBAXU	19000FT
<b>STAR</b>	ENEPA 1T	6500m	MEA di 5000FT	6500FT
<b>STAR</b>	LIBRO 1T	12500m	MEA di 5000FT	12500FT
<b>STAR</b>	NOTRI 1T	20000m	MEA di 5000FT	20000FT

(\*) Distanza minima del segmento interessato \* tan 17°

Dall'analisi della precedente tabella osserviamo che quasi sempre la quota raggiunta dal fascio risulta ben più alta di quella prevista per il segmento di procedura in esame. Le procedure di partenza potenzialmente interessate sono la SID OBAXU 5A ed ENAPA 5A, in particolare per il tratto compreso tra il VOR/DME COM (MCA 3500FT) ed il punto OBAXU (MCA 6000FT o MCL 100). La quota di un aeromobile lungo questo tratto di procedura potrebbe infatti coincidere con quella raggiunta dal fascio di antenna (7300FT) e di conseguenza il segnale trasmesso dal sistema MUOS essere ricevuto a bordo.

Nel caso specifico, però, come indicato nella descrizione delle SID, il gradiente di salita previsto è pari a 517 FT/NM (8.5%). Ciò significa che la quota di un aeromobile in corrispondenza dell'intersezione del fascio in azimuth dell'antenna del MUOS con le SID OBAXU 5A ed ENAPA 5A sarà ben più alta di quella raggiunta dal fascio stesso, tale da non risultare interessato.

Anche nell'eventualità in cui l'aeromobile dovesse trovarsi per qualche motivo alla quota raggiunta dal fascio di antenna in quel punto, comunque, gli effetti del MUOS nei confronti dei ricevitori di bordo potranno ritenersi del tutto trascurabili per i seguenti motivi:

- il settore angolare interessato dal fascio del MUOS in azimuth ed in elevazione avrà un'ampiezza di 0.04 gradi o 5m ( $7300m * \sin 0.04^\circ$ );
- il tempo impiegato da un aeromobile in questa fase di volo, con una velocità di circa 500Km orari, sarà dell'ordine della frazione di secondo.

## Conclusioni

Vengono di seguito illustrate le principali risultanze delle valutazioni di compatibilità elettromagnetica del sistema MUOS di prevista installazione nel Comune di Niscemi con le operazioni di volo dell'aeroporto di Comiso (LICB).

Dall'analisi dello scenario operativo ed in considerazione dell'elevata direttività e del puntamento delle antenne paraboliche del sistema MUOS, si evince quanto segue:

- i ricevitori a terra dei sistemi CNS non risultano interessati dal MUOS;
- le procedure potenzialmente interessate sono solo la SID OBAXU 5A ed ENEPA 5A, in particolare per il tratto compreso tra il VOR/DME COM (MCA 3500FT) ed il punto OBAXU (MCA 6000FT o MCL 100).

Nonostante ciò, comunque, la probabilità che un aeromobile si trovi lungo questo segmento di procedura alla stessa quota raggiunta dal fascio in quel punto è molto bassa e, anche nel caso in cui dovesse verificarsi questa condizione, rimarrebbero comunque valide le seguenti considerazioni:

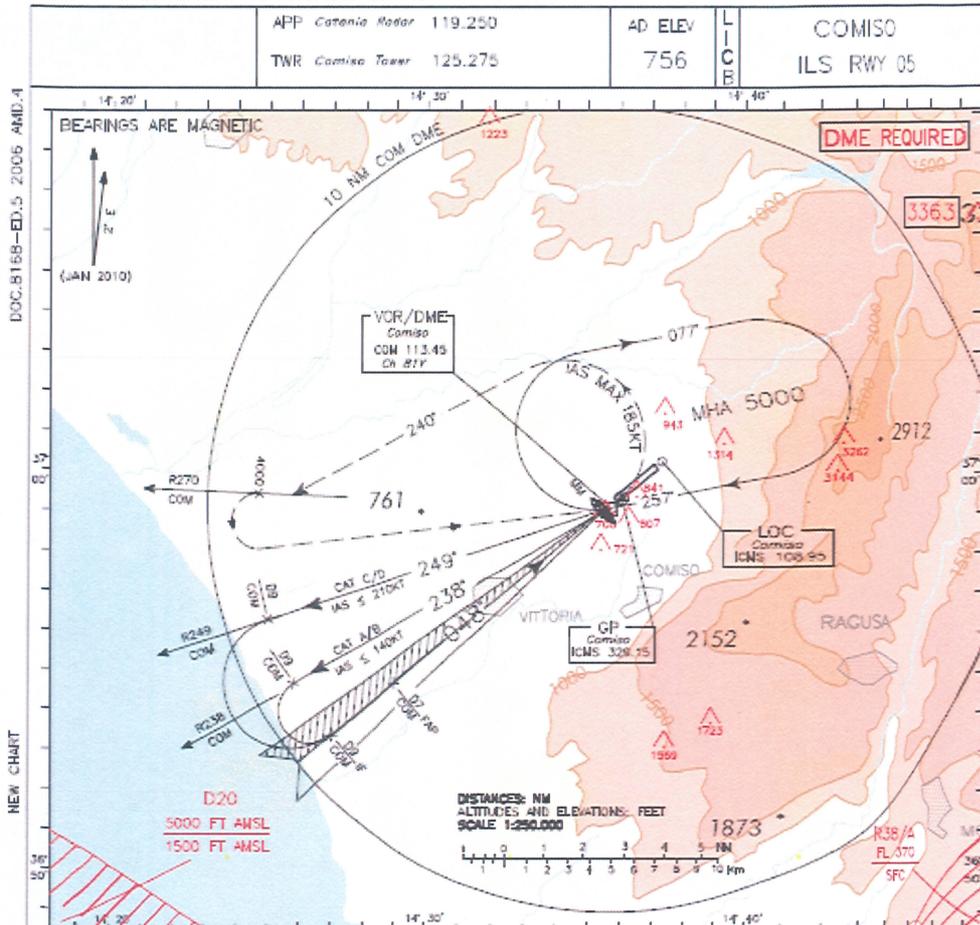
- il settore angolare interessato dal fascio del MUOS in azimuth ed in elevazione avrà un'ampiezza di 0.04 gradi o 5m ( $7300m \cdot \sin 0.04^\circ$ );
- il tempo impiegato da un aeromobile in questa fase di volo, con una velocità di circa 500Km orari, sarà dell'ordine della frazione di secondo.

Si tiene infine a precisare che la frequenza operativa dell'antenna parabolica e le distanze in gioco sono tali da ritenere valida la condizione di campo vicino. Nonostante i suddetti risultati siano invece basati sul calcolo del campo lontano, **al fine di garantire in ogni caso l'assenza di effetti legati al MUOS, per quanto attiene alla compatibilità elettromagnetica, si ritiene sufficiente che l'Ente preposto alla progettazione delle procedure strumentali di volo proceda alla revisione delle SID potenzialmente interessate (SID OBAXU 5A ed ENEPA 5A).**

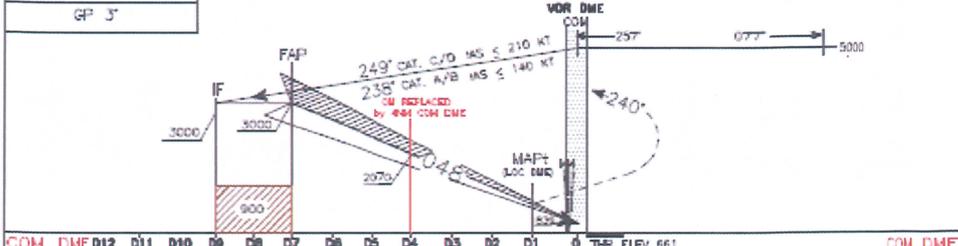
# Allegato A

ICAO - INSTRUMENT APPROACH CHART

AD 2 UCB 5-3



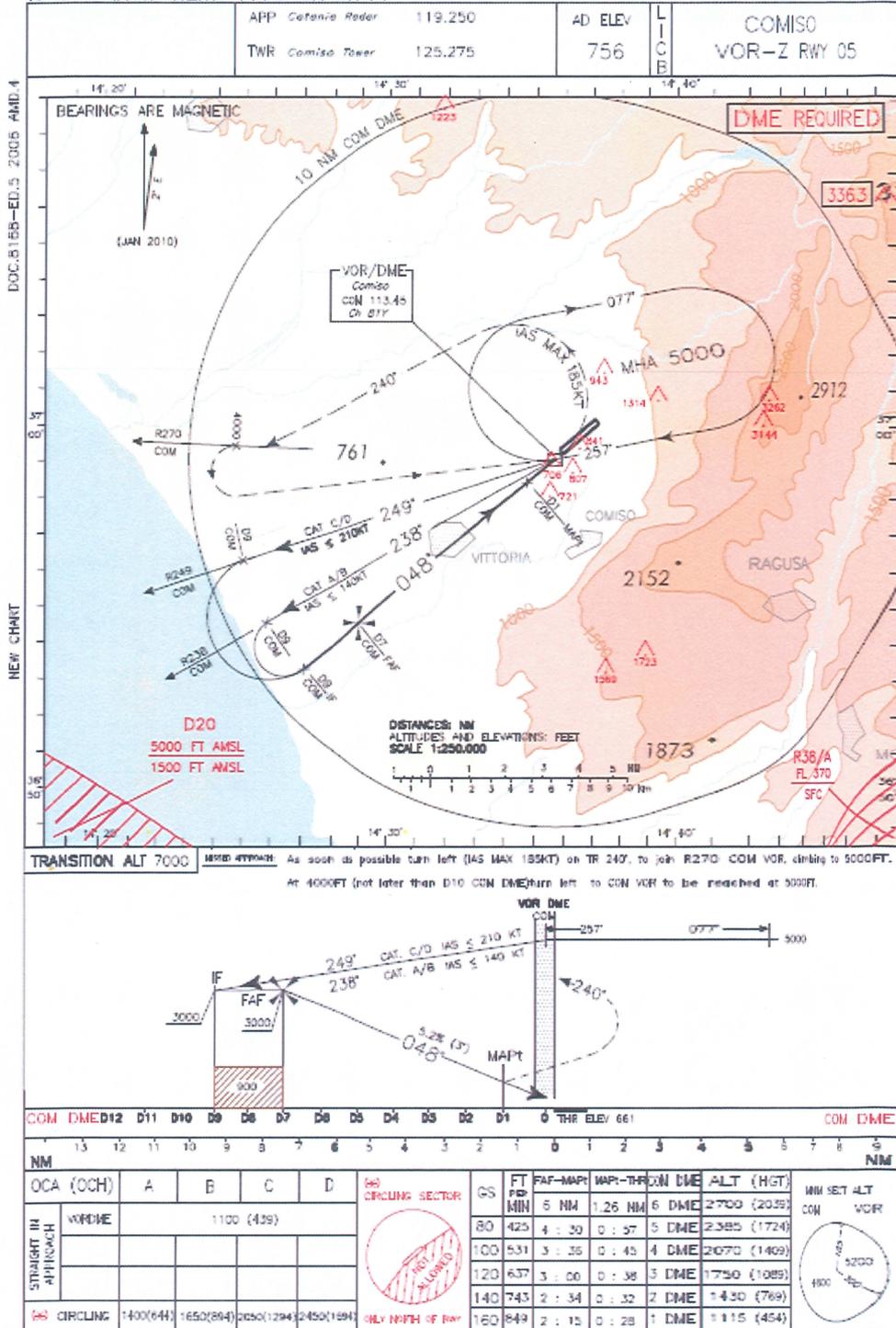
**TRANSITION ALT 7000** **IRIS APPROACH** As soon as possible turn left (IAS MAX 185KT) on TR 240°, to join R270° COM VOR, climbing to 5000FT. At 4000FT (not later than D10 COM DME) turn left to COM VOR to be reached at 5000FT.

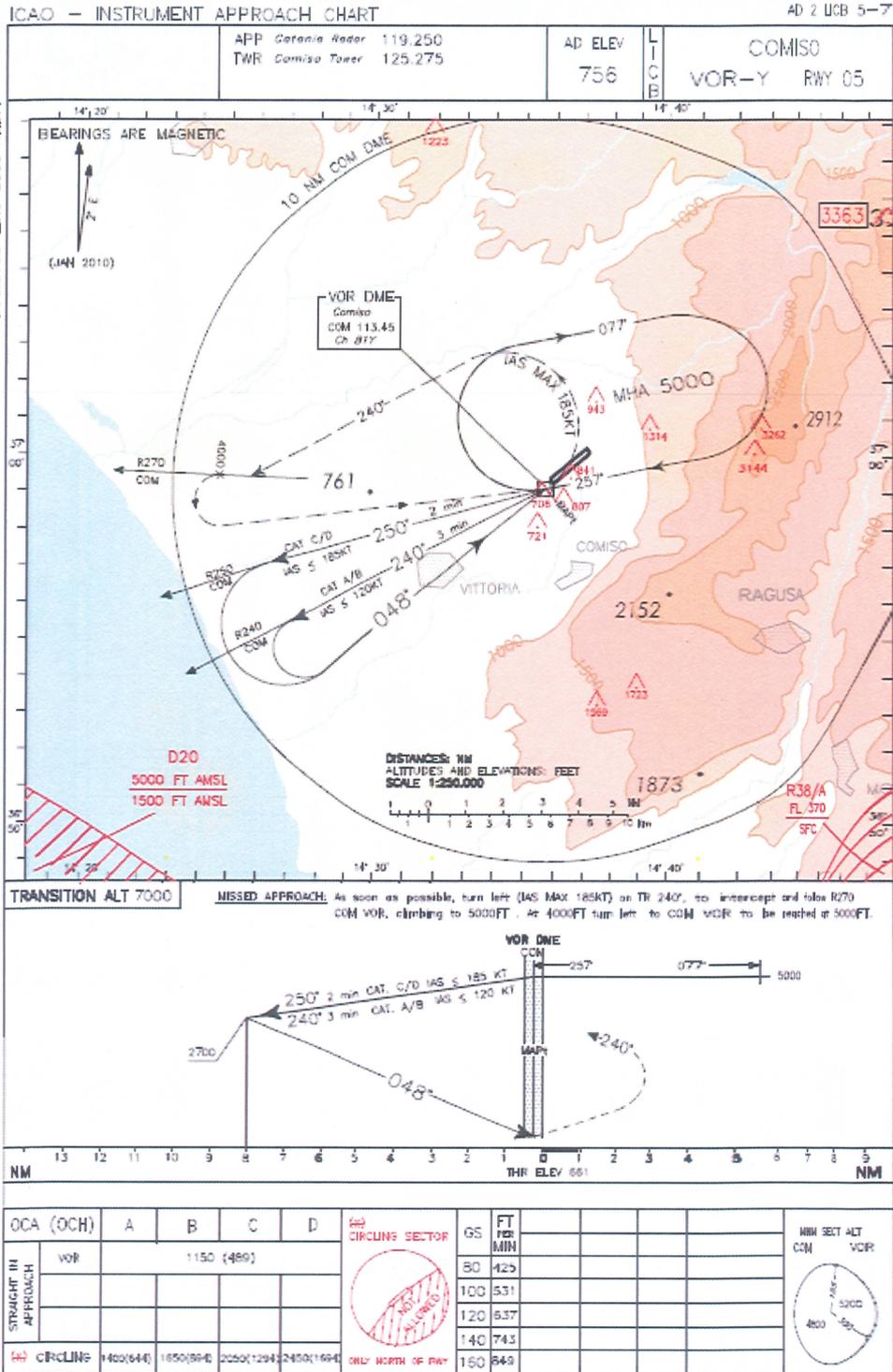


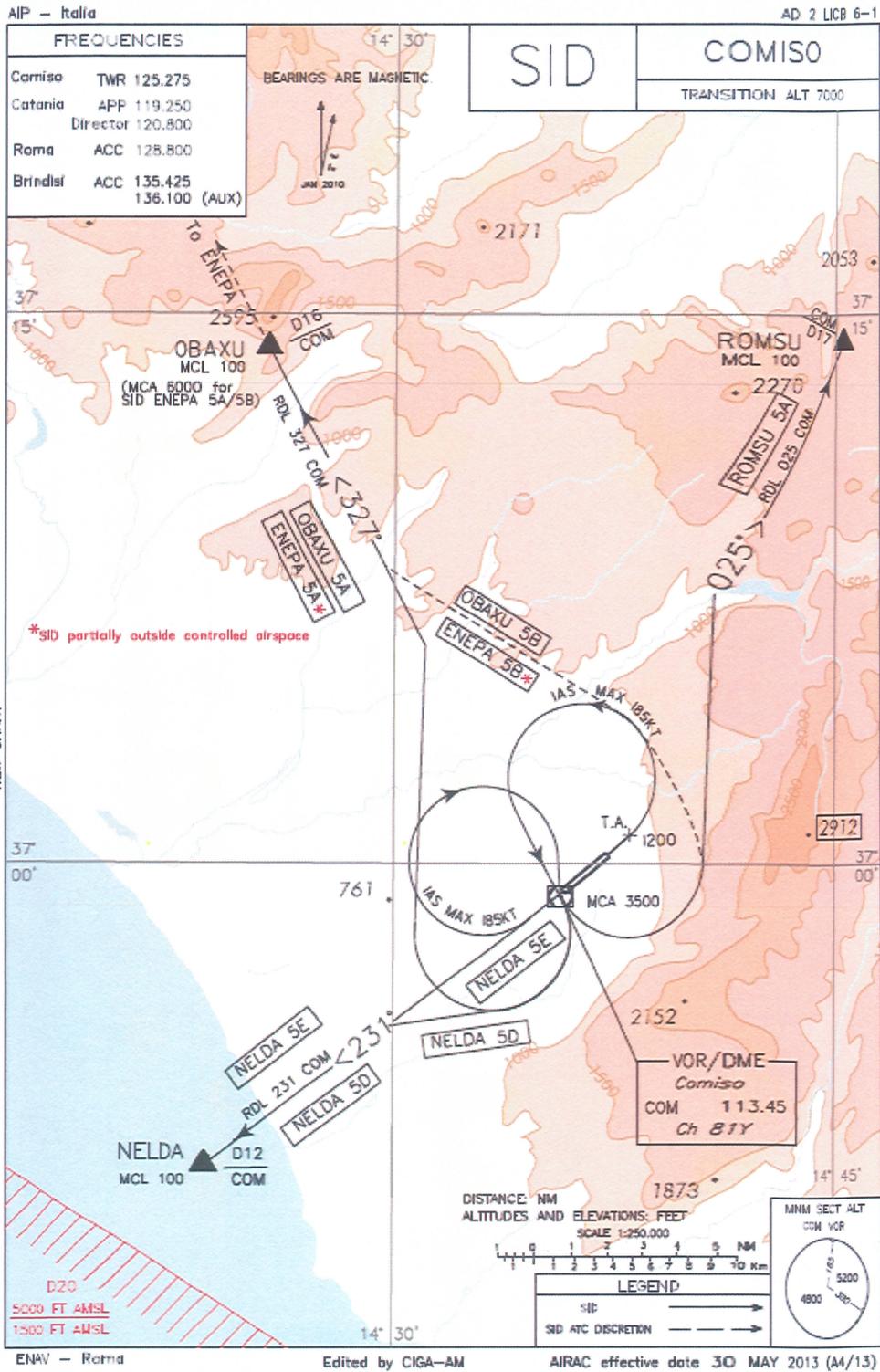
		NM				NM																					
		D12	D11	D10	D0	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	THR	ELEV	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12
STRAIGHT IN APPROACH	LS	1041 (380)	1051 (390)	1059 (358)	1070 (409)	<div style="border: 1px solid red; border-radius: 50%; padding: 5px; display: inline-block;"> <b>NO CIRCULING SECTOR</b>  </div>										GS	FT PER MIN	DT-ON	DN-THR	DN DME	ALT (HGT)	MIN SET ALT COM VOR					
	Loc DME	1100 (439)														80	425	2 : 18	3 : 15	5 DME	2706 (2045)						
CIRCLING	ONLY NORTH OF RWY	1400 (544)	1550 (564)	2050 (1204)	2450 (1894)	100	531	1 : 47	2 : 34	4 DME	2070 (1409)																
		120	637	1 : 30	2 : 08	3 DME	1750 (1089)																				
		140	743	1 : 17	1 : 50	2 DME	1432 (771)																				
		160	849	1 : 07	1 : 35	1 DME	1113 (452)																				

ICAO - INSTRUMENT APPROACH CHART

AD 2 LICB 5-5









Il Direttore Generale



DG/

Roma,

All. n. 1

A: ENAC  
Direzione Centrale Spazio Aereo  
Via Gaeta, 3  
00185 Roma

**Oggetto:** *Compatibilità Elettromagnetica MUOS (Mobile User Objective System)*

In esito a quanto richiesto da Codesta Direzione, si invia, in allegato, lo STUDIO AERONAUTICO contenente la valutazione di Compatibilità Elettromagnetica del sistema MUOS, di prevista installazione nel Comune di Niscemi, nei confronti delle operazioni di volo dell'aeroporto di Comiso (LICB)".

Si resta a disposizione per qualsivoglia chiarimento tecnico in merito all'elaborato.

Allegato:

1. STUDIO AERONAUTICO "Valutazione di compatibilità elettromagnetica del sistema MUOS di prevista installazione nel Comune di Niscemi con le operazioni di volo dell'aeroporto di Comiso (LICB)".

Massimo Bellizzi