

APPENDICE C

PRETRATTAMENTO DEI DATI MIVIS

Il software MIDAS produce i dati MIVIS corretti operando in sequenza in modo da acquisire prima tutti i dati grezzi del sensore MIVIS da cui estrarre tutte le informazioni ausiliarie e produrre i backup e da elaborare poi le immagini con quattro differenti livelli di pretrattamento secondo le richieste del committente. La sequenza delle operazioni di pretrattamento è descritta nel diagramma di flusso di *Fig.C.1*. I dati finali che si ottengono sono pronti per essere utilizzati in studi ambientali.

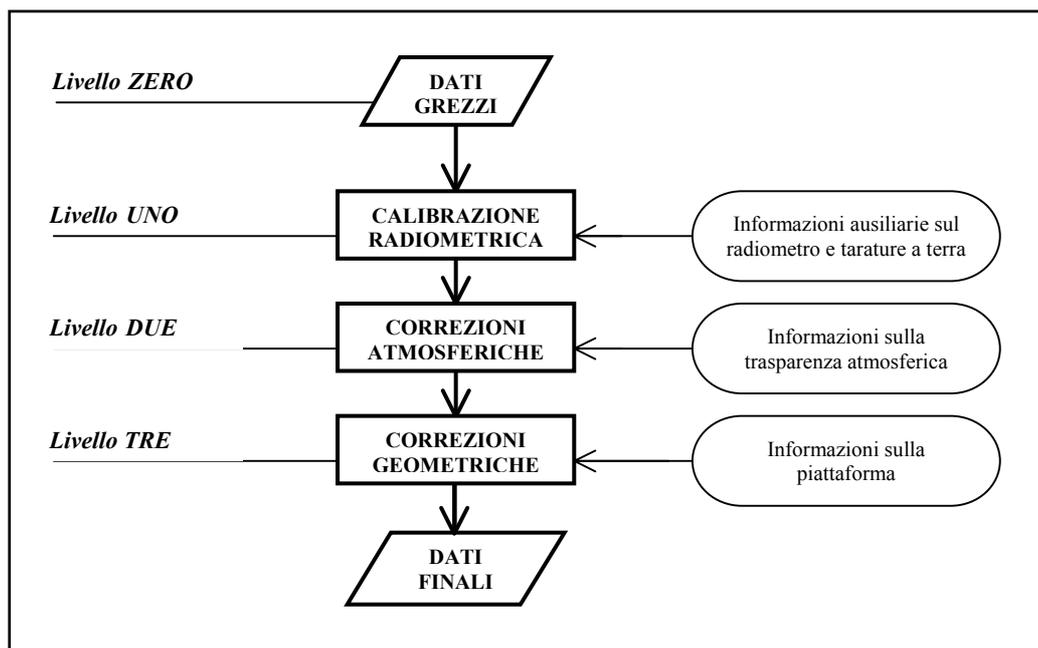


Fig.C.1 - Diagramma di flusso per il pretrattamento dei dati MIVIS (Bianchi et al. 1995).

Correzione radiometrica

La calibrazione radiometrica dei dati avviene mediante l'uso di riferimenti interni al MIVIS (corpi di riferimento) e di coefficienti di calibrazione al banco di taratura. I valori di

radianza per i riferimenti interni sono raccolti al momento dell'acquisizione delle immagini, mentre i coefficienti di calibrazione dello spettrometro sono predisposti al banco di taratura prima che sia effettuato il volo.

Per accertare la qualità dei dati MIVIS, ad ogni missione, dovrebbero essere eseguite le procedure di calibrazione radiometrica dello strumento, prima e dopo l'installazione dello spettrometro a bordo dell'aereo. I dati calibrazione dovrebbero essere poi inseriti nell'hard disk del MIVIS assieme ai dati acquisiti durante l'uso dello strumento.

La sensibilità del sistema è determinata dalla misura del rapporto segnale su rumore prodotta da una sorgente di radianza nota. La sorgente di radianza per le bande del visibile e del vicino infrarosso è un pannello di riflettanza calibrata, illuminato da lampade calibrate; mentre la sorgente di radianza per l'infrarosso termico è una sorgente di riferimento contenuta all'interno della testa di scansione.

Per il set di bande spettrali 1÷92 del MIVIS, la calibrazione radiometrica permette di ottenere valori di radianza in Watt/(m² sr nm) utilizzando la seguente formula:

$$R_i = \frac{R_0 - R_r}{F \cdot G \cdot A}$$

dove R_i è il valore di radianza corretta dal sistema MIDAS per la banda i -esima, R_0 è il valore registrato dal sensore per quel pixel, R_r è la radianza del corpo di riferimento interno che varia per ogni linea di scansione e per ogni banda spettrale durante il volo, F (*scale Factor*) è un fattore di scala (DN/radianza) che permette di quantificare come radianza il numero digitale registrato dal sensore (DN=*Digital Number*), mentre G (*Gain value*) e A (*Attenuation factor*) sono valori di correzione rispettivamente per l'amplificazione e la riduzione del segnale in arrivo in ciascuna delle prime 92 bande¹. I coefficienti F , G e A vengono determinati al banco di taratura prima dell'acquisizione delle immagini, e il loro prodotto rimane costante per ogni banda durante l'intero periodo di acquisizione dell'immagine.

Per la calibrazione radiometrica dell'infrarosso termico (bande spettrali 93÷102), si utilizza un diverso algoritmo che tiene conto delle temperature selezionate nei due corpi neri interni: un valore usato come zero sull'immagine corretta e un valore di sensibilità che definisce la scala dei risultati.

¹ L'opportuna amplificazione e riduzione del segnale permette di memorizzare ogni dato come numero intero a 12 bit.

Nel giorno 8 settembre 1998 (10 giorni prima del volo sulla laguna), il sensore MIVIS è stato sottoposto all'ordinario controllo pre-volo al banco di taratura nella sede della Compagnia Generale Ripreseeree di Parma. Tutti i coefficienti di calibrazione sono stati riportati, come normale procedura di routine, nel file di calibrazione il quale però non è stato mai inserito nell'hard disk del sensore. Al suo posto è stato lasciato un vecchio file di calibrazione che risaliva al 15 marzo 1996. Di conseguenza, il software di correzione ha applicato ai dati raccolti sulla laguna di Venezia coefficienti di calibrazione radiometrica relativi ad un test che risaliva a più di due anni prima.

È stato dunque necessario ri-calibrare le immagini moltiplicando i dati MIVIS errati, canale per canale, per i coefficienti (*Tab.C.I*) ottenuti dal rapporto tra i fattori di calibrazione determinati al banco di taratura nel marzo 1996 (AFG '96) e quelli determinati nel settembre 1998 (AFG '98) (Cibien, 2000; Silvestri et al., 2000).

Tab.C.I – Coefficienti di calibrazione al banco di taratura relativi al 15/3/96 ed al 8/9/98, e coefficienti di ricalibrazione.

NUMERO BANDA	PRODOTTO DI CALIBRAZIONE (AFG)*10 ⁻⁹		COEFFICIENTE DI RICALIBRAZIONE (AFG'96/AFG'98)
	15/03/96	08/09/98	
1	9,398	3,287	2,859
2	13,300	5,035	2,642
3	17,090	6,941	2,462
4	20,570	8,848	2,325
5	11,880	5,468	2,173
6	13,340	6,337	2,105
7	14,660	7,146	2,051
8	15,850	8,089	1,959
9	16,970	8,891	1,909
10	17,550	9,392	1,869
11	18,310	9,975	1,836
12	18,710	10,200	1,834
13	18,710	10,260	1,824
14	18,320	10,290	1,780
15	17,370	10,040	1,730
16	16,190	9,365	1,729
17	14,860	8,778	1,693
18	13,630	7,999	1,704
19	12,410	7,406	1,676
20	11,510	6,885	1,672

Se non ci si fosse accorti dell'errore commesso dalla compagnia aerea, l'errata calibrazione dello strumento avrebbe compromesso non solo l'analisi dei dati in assoluto, ma anche quella in relativo e in particolare i risultati delle classificazioni.

I coefficienti di correzione, infatti, sono tutti maggiori di uno e diversi per tutte le bande considerate (le prime 20 bande) cosicché tutti gli spettri dei *target* delle immagini non sono stati solo amplificati ma anche deformati.

Correzione atmosferica

Il MIDAS offre la possibilità di utilizzare più algoritmi per la correzione atmosferica dei dati usando i codici LOWTRAN 7 e MODTRAN o, alternativamente un codice fornito dal committente.

Per la correzione atmosferica dell'immagine utilizzata in questo lavoro, è stato applicato il modello 6S (*Second Simulation of the Satellite Signal in the Solar Spectrum*), codice sviluppato in Fortran che simula il comportamento dell'atmosfera nel trasferimento della radiazione solare (Vermote et al., 1995, 1997).

Il codice 6S è stato applicato (Cibien, 2000; Silvestri, 2000) sia utilizzando un modello predefinito di aerosol (*Maritime*) contenuto nel 6S, sia usando un modello di aerosol appositamente costruito in base ai dati di spessore ottico raccolti durante il volo MIVIS mediante l'uso di un fotometro. Le due applicazioni hanno restituito risultati praticamente identici. La verifica della correzione atmosferica è stata effettuata grazie al confronto tra le firme spettrali raccolte con il MIVIS e quelle raccolte in campo sugli stessi bersagli con lo spettrometro portatile GER 1500.

Correzione geometrica

Per questa operazione vengono usualmente utilizzati il GPS (*Global Position System*) e dei riferimenti interni al sensore (giroscopio e bussola).

Per le correzioni geometriche, il MIDAS utilizza due software: il SASIR, *Simplified Airborne Scanner Image Rectifications*, ed il PASIR, *Position Attitude System Image Rectifications*. Il primo corregge le distorsioni dell'immagine dovute alla geometria dello scanner prendendo in considerazione la velocità media dell'aereo, l'altezza di volo e l'angolo di deriva

medi. Il PASIR invece, corregge le immagini con l'uso di dati inerziali raccolti dai sensori di bordo come rollio, beccheggio ed imbardata misurati dal giroscopio e dal *flux gate compass*, informazioni GPS e caratteristiche del sensore come velocità di scansione e altezza dal suolo. I pixel sono assegnati utilizzando tecniche di interpolazione bilineare e cubica basate sui prossimi vicini. Il correttore PASIR permette anche una stima dei pixel mancanti.