

2007

**Realizzazione di un  
pacchetto software mirato alla  
elaborazione dei dati multispettrali  
acquisiti attraverso l'impiego del  
sensore MIVIS**

**(Contratto CNR/ASI n.ARS 99-15)**

Valerio Lombardo

*n.49*

**Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia**

Via di Vigna Murata 605 - 00143 Roma

tel 06518601 • fax 065041181

**[www.ingv.it](http://www.ingv.it)**





**REALIZZAZIONE DI UN PACCHETTO SOFTWARE MIRATO ALLA  
ELABORAZIONE DEI DATI MULTISPETTRALI ACQUISITI  
ATTRAVERSO L'IMPIEGO DEL SENSORE MIVIS  
(Contratto CNR/ASI n.ARS 99-15)**

Valerio Lombardo

*Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia  
CNT - Roma*





## Indice

Introduzione	5
1    Descrizione routine C	5
1.1 'Converter.exe'	5
1.2 'Reader.exe'	5
1.3 'Calib_TIR'	5
1.3 'Calib_VIR'	5
2    HyDE: Hyperspectral Data Enviroment	5
2.1 Descrizione dei comandi	6
2.1.1 'File'	7
2.1.1.1 'Open Project...'	7
2.1.1.2 'Save file as...'	8
2.1.1.3 'Quit HyDE'	8
2.1.2 'Edit'	8
2.1.3 'View'	8
2.1.3.1 'Display MIVIS...'	8
2.1.3.2 'Display VALue...'	9
2.1.3.1 'Display FN TIR'	9
2.1.4 'Tools'	9
2.1.4.1 'Convert IRC to VAL'	9
2.1.4.1 'Calibrate TIR...'	9
2.1.4.1 'Calibrate VIR...'	11
2.1.4.1 'TIR fittine...'	11
2.2 Descrizione moduli IDL	12
3    Specifiche di sistema	14
Bibliografia	16



## Introduzione

Come previsto dal contratto CNR/ASI n. ARS 99-15, riguardante la Valutazione dei nuovi sensori aerospaziali per il telerilevamento nell'area mediterranea, e' stata portata a termine la realizzazione di un pacchetto software mirato alla elaborazione dei dati multispettrali acquisiti attraverso l'impiego del sensore MIVIS (multispectral infrared and visible imaging spectrometer). Il MIVIS è un sensore iperspettrale progettato per volare su un aereo di tipo CASA -212 dotato ed è dotato di 102 canali [Lechi, 2000]. che acquisiscono nell'intervallo spettrale 0.4-2.5 and 8-12  $\mu\text{m}$  (vedi Tab. 1). Il MIVIS fu impiegato per la prima volta nel 1994, quando l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) organizzò una campagna di telerilevamento sui vulcani siciliani [Bogliolo et al.1996]. Nel 1997 nuovi dati MIVIS furono acquisiti sui vulcani Etna e Stromboli per l'analisi di gas vulcanici [Bogliolo et al.1999; Buongiorno et al.1999; Teggi et al.1999, Spinetti et al.2003]. Durante l'eruzione del 2001, il MIVIS volò sull'Etna per acquisire immagini ad alta risoluzione spaziale delle colate laviche. L'acquisizione dei dati telerilevati e la contemporanea campagna di misure di terra avvennero il 29 luglio 2001 in concomitanza con il passaggio dei sensori satellitare ASTER e Landsat 7 ETM+ [Lombardo et al.2006; Lombardo et al.2004].

Il software sviluppato permette di calibrare i dati digitalizzati adeguandoli alle caratteristiche proprie del sensore, operando nel campo del visibile-infrarosso vicino (VNIR), dello 'short wave infrared' (SWIR) e nel campo dell'infrarosso termico (TIR). Allo scopo di implementare le funzioni analitiche necessarie alla calibrazione del dato si è ricorsi alla programmazione in linguaggio ANSI-C ed in linguaggio IDL (*Interactive Data Language*). Il motivo di tale duplice scelta risiede nel fatto che questi linguaggi presentano rispettivamente vantaggi diversi per ciò che riguarda le prestazioni in esecuzione e la versatilità d'elaborazione. In particolare lo standard ANSI-C garantisce buona compatibilità tra sistemi diversi ed un'eccellente rapidità di elaborazione tenuto conto della mole dei dati usualmente trattata; il software realizzato attraverso IDL presenta invece un'interfaccia grafica assente nel programma C ed una gestione delle routine maggiormente 'friendly'. Inoltre il sorgente IDL può essere utilizzato indipendentemente su diverse piattaforme (UNIX, Windows, ecc.). Il pacchetto HyDE, cioè 'Hyperspectral Data Enviroment', si presenta come un vero e proprio programma interattivo che permette all'utente di accedere con estrema facilità alle diverse funzioni di analisi e gestione dei dati MIVIS.

Number of spectral channels	102
Total spectral coverage	0.43-12.70 $\mu\text{m}$ (not continuous)
Instantaneous Field of View (IFOV):	2.0 mrad
Sample rate (angular step)	1.64 mrad
Total scan angle (FOV)	71.059°
Pixels per scan-line	755

**Tab. 1** Principali caratteristiche radiometriche e geometriche del MIVIS.

### 1. Descrizione routine C

Il pacchetto C consta di un'insieme distinto di routines ognuna delle quali permette una determinata elaborazione. Si tratta di quattro 'eseguibili' il cui impiego andiamo di seguito ad esaminare:

- 1.1 'Converter.exe':** scopo di questa routine è essenzialmente convertire i file originari di calibrazione (con estensione IRC) che hanno una grande dimensione in formato ASCII in un file in numerico binario. Il motivo di tale conversione ha un duplice obiettivo: nel file IRC i valori numerici necessari alla calibrazione risultano alternati ad informazioni testo che

rallentano la lettura diretta del dato; inoltre, salvando soltanto i valori numerici in binario, si riduce di quattro volte la dimensione del file originale di calibrazione.

- 1.2 'Reader.exe':** si tratta di un semplice programma che permette di leggere i valori contenuti nel file binario IRC. Tale routine permette di visualizzare i diversi dati ancillari contenuti nel file IRC quali il numero di linee e di colonne della strisciata, il tempo di acquisizione, la temperatura dei corpi neri, ecc.
- 1.3 'Calib\_TIR':** è il programma di calibrazione dei dati relativi alle bande dell'infrarosso termico (vedi Tab.2). Questo programma legge sequenzialmente tutte le righe delle dieci bande del infrarosso termico e ricava la radianza associata ad ogni pixel applicando la funzione di Planck. Oltre che al file MIVIS il programma accede ai dati del file di calibrazione IRC (convertito in binario), ai dati del file di centro-banda (vedi Tab.2) e ai dati del file contenente le funzioni di risposta dello strumento (vedi Figura 6). L'output di calibrazione è in formato BIL (*Band Interleave by Line*) come il file MIVIS sorgente.
- 1.4 'Calib\_VIR':** è il programma di calibrazione dei dati relativi alle bande del visibile e dell'infrarosso (vedi Tab.2) vicino (formato BIL).

## 2. HyDE: Hyperspectral Data Environment

Questo programma, scritto in IDL, è stato inizialmente sviluppato come interfaccia per le routine C sopra descritte in maniera di rendere il loro utilizzo più versatile e maneggevole. Esso comprende inoltre un certo numero di funzioni per l'interpolazione dei dati assenti nel pacchetto di eseguibili C. Successivamente, gli algoritmi di calibrazione sono stati implementati direttamente in IDL. Tuttavia, poiché IDL è un linguaggio interpretato, gli eseguibili C risultano preferibili in termini di velocità di elaborazione. HyDE presenta un'utile interfaccia grafica che permette di visualizzare rapidamente immagini e dati relativi ai files di calibrazione grazie ad un esteso impiego delle tecniche 'widget' e delle funzioni interattive proprie del linguaggio stesso (figura 1).

VNIR		SWIR								TIR	
bnd	$\mu\text{m}$	bnd	$\mu\text{m}$	bnd	$\mu\text{m}$	bnd	$\mu\text{m}$	bnd	$\mu\text{m}$	bnd	$\mu\text{m}$
1	0.44	21	1.175	41	2.0915	61	2.2525	81	2.3985	93	8.385
2	0.46	22	1.225	42	2.0995	62	2.2605	82	2.4055	94	8.785
3	0.48	23	1.275	43	2.1075	63	2.268	83	2.4125	95	9.22
4	0.5	24	1.325	44	2.1155	64	2.2745	84	2.4195	96	9.59
5	0.52	25	1.375	45	2.124	65	2.2815	85	2.4265	97	10.02
6	0.54	26	1.425	46	2.1325	66	2.2885	86	2.4335	98	10.44
7	0.56	27	1.475	47	2.1405	67	2.2965	87	2.4405	99	10.93
8	0.58	28	1.525	48	2.1485	68	2.3045	88	2.4465	100	11.45
9	0.6	29	1.990	49	2.1565	69	2.3115	89	2.4535	101	11.945
10	0.62	30	1.9985	50	2.1645	70	2.3185	90	2.4605	102	12.47
11	0.64	31	2.0065	51	2.1725	71	2.3265	91	2.4670		
12	0.66	32	2.0145	52	2.1795	72	2.3335	92	2.4735		
13	0.68	33	2.0235	53	2.1885	73	2.3405				
14	0.7	34	2.0315	54	2.1965	74	2.3475				
15	0.72	35	2.0395	55	2.2045	75	2.3555				
16	0.74	36	2.0485	56	2.2125	76	2.3635				
17	0.76	37	2.058	57	2.2205	77	2.3705				
18	0.78	38	2.0655	58	2.2285	78	2.3775				
19	0.8	39	2.0735	59	2.2365	79	2.3845				
20	0.82	40	2.0825	60	2.2435	80	2.3915				

**Tab.2** Centri banda e *full width at half maximum* (FWHM) per le bande del MIVIS.

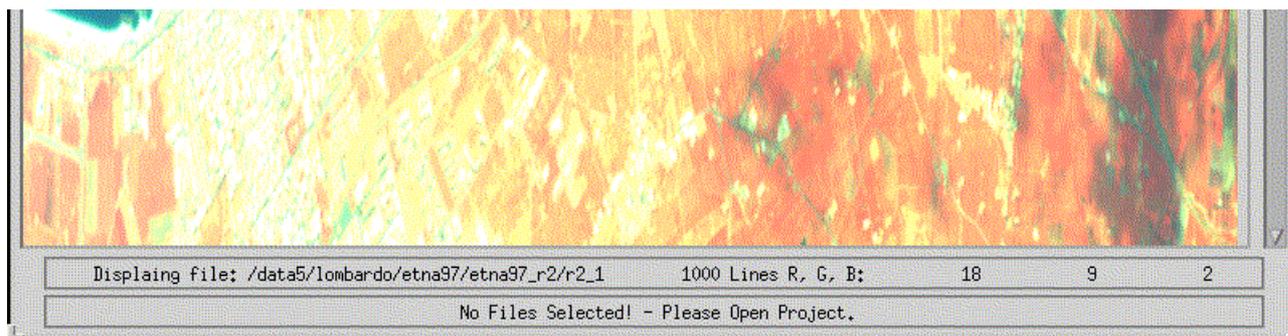


**Figura 1** HyDE: Hyperspectral Data Environment: finestra di avvio.

Segue ora la descrizione sul funzionamento del programma ed una breve spiegazione dei moduli e delle routines che lo costituiscono.

## 2.1 Descrizione dei comandi

La schermata di avvio (vedi figura 1) presenta una barra delle opzioni in gran parte auto esplicativa, una finestra grafica sulla quale sono visualizzate le immagini MIVIS ed una barra inferiore sulla quale vengono visualizzati i messaggi relativi alle operazioni in corso (figura 2).



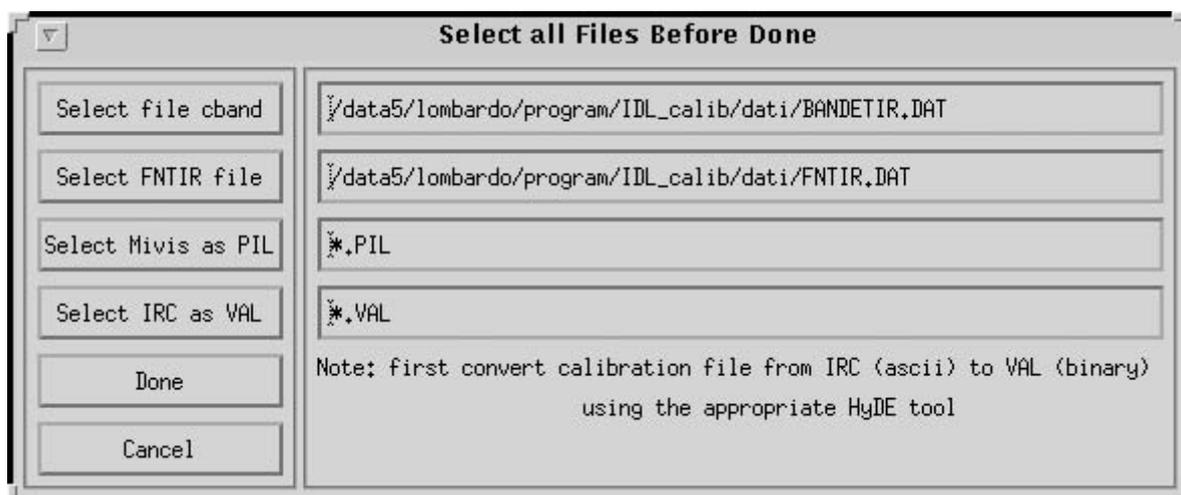
**Figure 2** Viewer bar per la visualizzazione dei messaggi.

Nella barra delle Opzioni troviamo i seguenti tasti:

'File', 'Edit', 'View', 'Tools' e 'Help'. Il significato di questi comando viene descritto di seguito in dettaglio.

**2.1.1 'File':** cliccando su questo tasto si attiva una ulteriore lista di opzioni che comprende le seguenti scelte: 'Open Project...', 'Save File as...', 'Quit HyDE'.

**2.1.1.1 'Open Project...':** selezionando questo tasto si attiva la finestra di dialogo fondamentale per qualsiasi tipo di operazione si voglia in seguito eseguire (figura 3). Questa finestra ci chiede di selezionare il nome ed il percorso di tutti i files usati per le operazioni di calibrizioni. Essi sono i file di centrobanda e di risposta (possono essere selezionati come default inserendo il percorso nel file header), il file MIVIS ed il file di calibrazione IRC convertito in binario (estensione .VAL, che sta per 'value', cioè contenete solo i valori numerici in singola precisione). Qualora non sia già stata eseguita in precedenza la conversione da IRC a VAL, una nota ci ricorda che è necessario ricorrere al tool di conversione. Qualora inoltre il programma non riuscisse a trovare automaticamente il file header (estensione .HDR) dell'immagine MIVIS, la finestra ci chiederebbe di indicare manualmente la posizione del medesimo. Una volta premuto il tasto 'Done' il programma aprirà immediatamente i file selezionati per l'operazione di lettura segnalando un errore in caso di mancata apertura. Questi file saranno conservati in memoria (rimarranno cioè aperti) fintanto che non si chiuderà il programma o non si provvederà ad aprire un nuovo progetto.



**Figure 3** "Open New Project" menu.

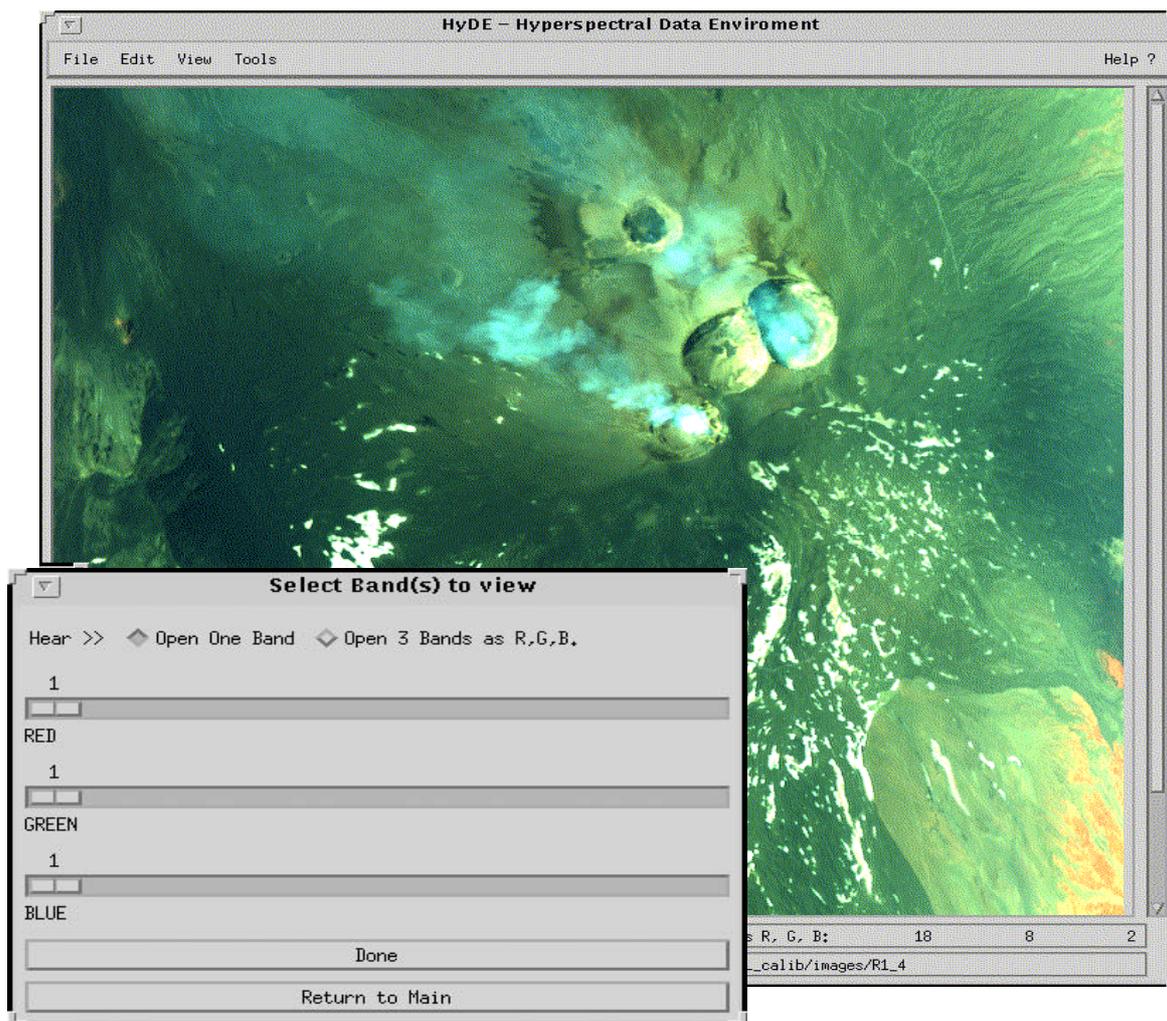
**2.1.1.2 'Save File as...':** è il pulsante di salvataggio. I dati elaborati (per esempio i dati di calibrazione) oltre che rimanere in memoria attiva vengono provvisoriamente salvati su un file temporale nominato 'calib.TMT'. Premendo il tasto 'Save File as...' compare una finestra di dialogo attraverso la quale è possibile rinominare il 'calib.TMT' selezionando il tipo di formattazione che si desidera: BIL, BIP (*Band Interleave by Pixel*), BSQ (*Band Sequential*). Se non si desidera salvare i dati in memoria, il file 'calib.TMT' viene automaticamente eliminato. Se si preme il tasto 'Save File as...' e nessun file 'calib.TMT' è presente nella directory di lavoro, il programma visualizza il messaggio 'No file to save!'.

**2.1.1.3 'Quit HyDE':** premendo questo tasto si esce dal programma. Se esiste nella directory di lavoro un file 'calib.TMT' il programma chiede se si desidera salvarlo.

**2.1.2 Tasto 'Edit':** cliccando su questo tasto si attiva un'ulteriore lista di opzioni che comprende diverse scelte riguardanti in genere opzioni grafiche (palette, stretch, ecc) applicabili all'immagine correntemente visualizzata nella finestra grafica.

**2.1.3 Tasto 'View':** cliccando su questo tasto si attiva un'ulteriore lista di opzioni che comprende le seguenti scelte: 'Display MIVIS...', 'Display VALue...', 'Display FN\_TIR...'.

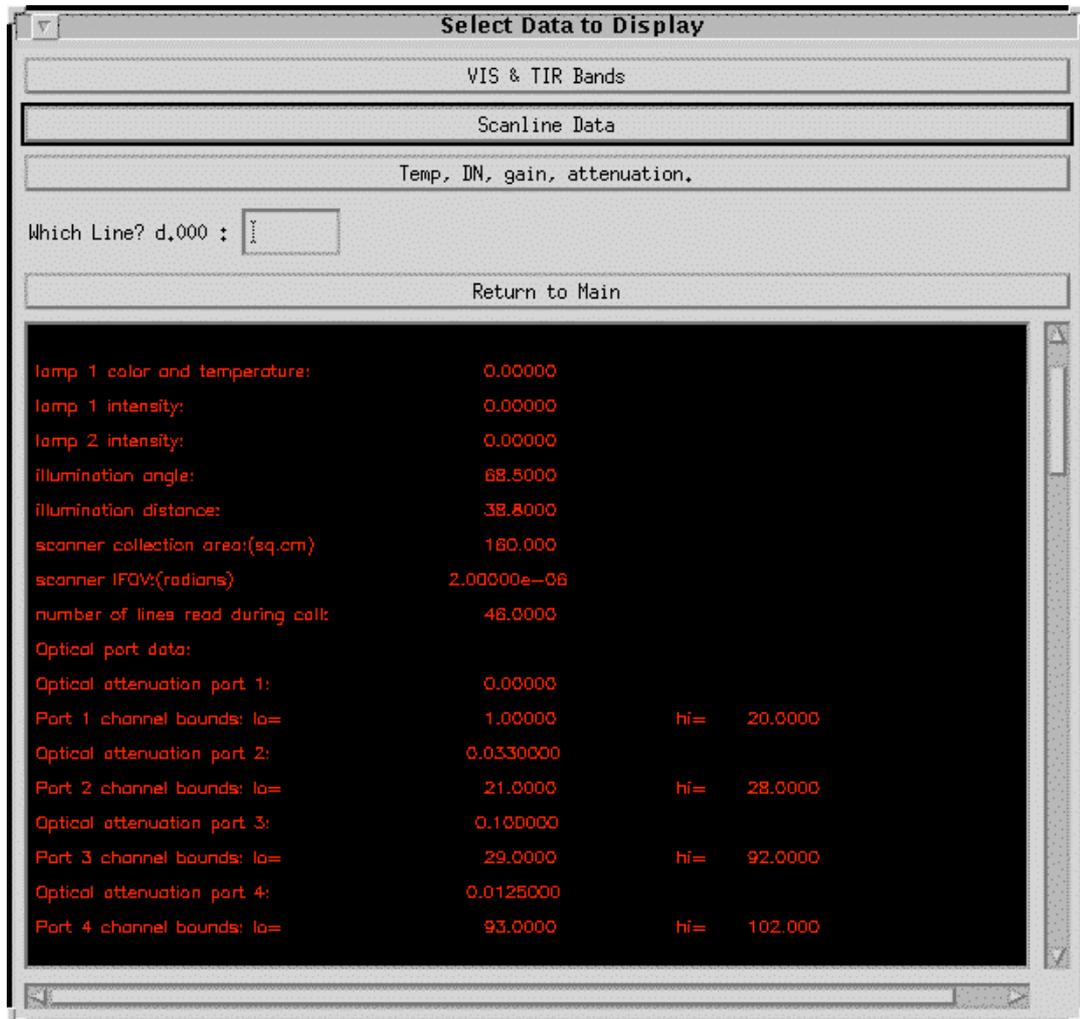
**2.1.3.1 'Display MIVIS...':** con questo tasto è possibile selezionare qualsiasi file MIVIS da visualizzare nella finestra grafica (figura 4). Una volta selezionato il tipo di formato (BIP, BIL, BSQ) attraverso l'apposita finestra di dialogo è possibile selezionare la banda o le bande che si desidera visualizzare (singola banda in toni di grigio e 3 bande come RGB). E' importante ricordare che è possibile visualizzare immagini anche se non si è ancora aperto nessun progetto, che aprire immagini NON significa aprire un progetto e che comunque si può visualizzare una qualsiasi immagine MIVIS diversa da quella indicata nel progetto. Ad esempio, visualizzando una qualsiasi immagine senza avere aperto alcun progetto, comparirà sulla barra dei messaggi: "No files selected. Please open project" (figura 2). Oltre alla scelta del formato (BIP, BIL, BSQ) è possibile selezionare l'opzione 'in memory...' qualora sia stata precedentemente eseguita e portata a termine un'operazione di calibrazione. In questo modo è possibile visualizzare le bande calibrate caricando il dato in maniera rapida direttamente dalla memoria.



**Figure 4** Esempio di immagine MIVIS visualizzata in 3 bande RGB.

- 2.1.3.2 'Display VALue...':** premendo questo pulsante compare una finestra di dialogo attraverso la quale è possibile visualizzare i valori numerici del file di calibrazione in formato binario (figura 5). E' l'equivalente IDL della routine 'Reader.exe' compilata in linguaggio C.
- 2.1.3.3 'Display FN\_TIR...':** premendo questo pulsante compare una nuova finestra grafica in cui viene graficato l'andamento della funzione di risposta (vedi figura 6). Il file immediatamente caricato è quello di default presente nel progetto attivo, altrimenti si deve caricare indicandone manualmente la locazione.
- 2.1.4 Tasto 'Tools':** premendo su questo tasto si attiva un'ulteriore lista di opzioni che comprende tutte le procedure per la calibrazione dei dati MIVIS
- 2.1.4.1 'Convert IRC to VAL...':** è la tool sopra menzionata per la conversione del file di calibrazione da formato ASCII (IRC) in binario con valori numerici a singola precisione (VAL).
- 2.1.4.2 'Calibrate TIR...':** è la tool per la calibrazione delle 10 bande relative al campo dell'infrarosso termico per il sensore MIVIS [Lechi, 2000]. Prima di premere questo tasto è necessario assicurarsi che sia presente un progetto attivo in memoria altrimenti comparirà il messaggio di allerta. Dopo aver aperto il progetto insieme ai files che partecipano al processo di calibrazione e premuto il tasto 'Calibrate TIR...', comparirà una finestra di

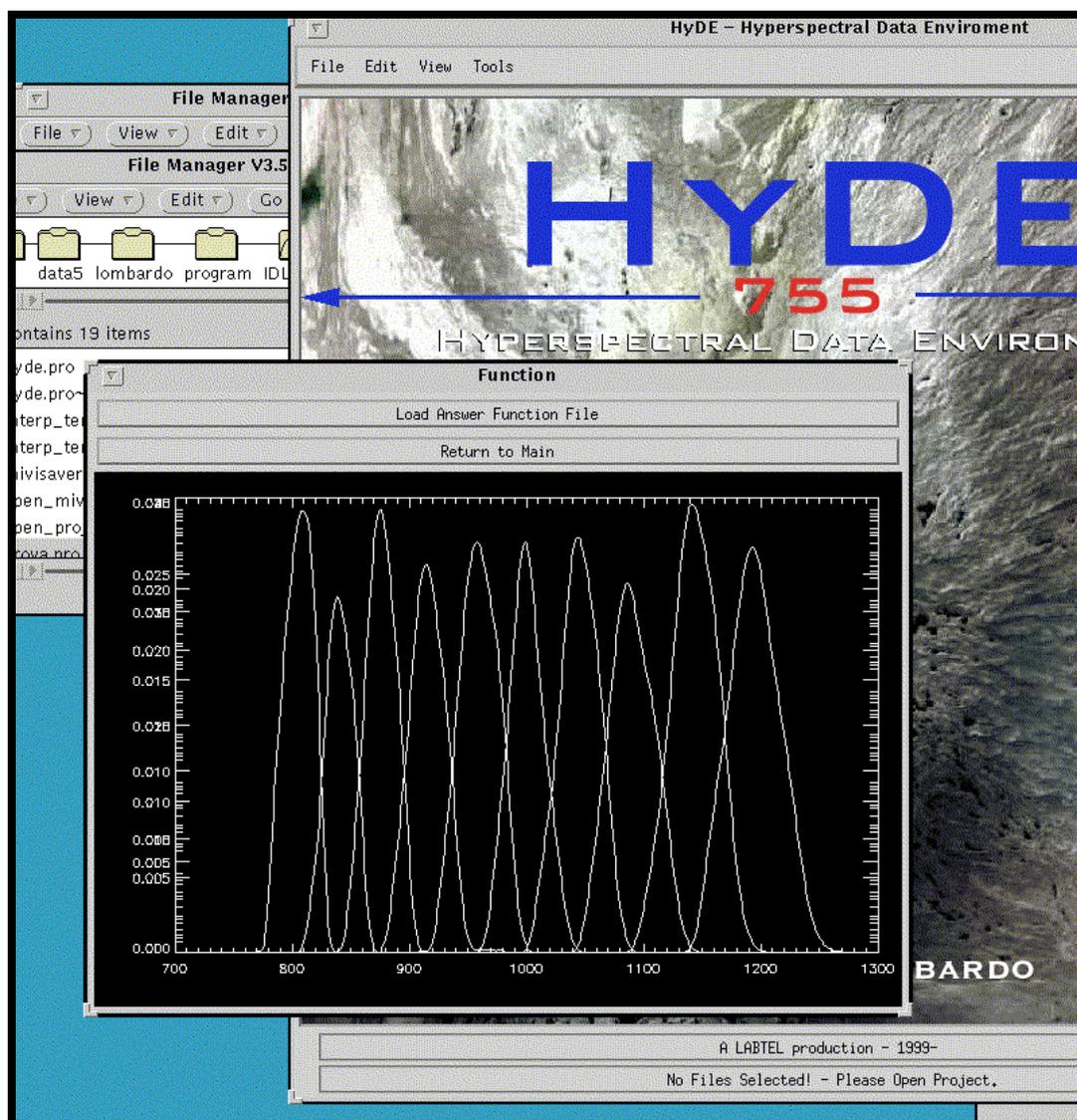
dialogo in cui è possibile selezionare il tipo di output (radianza o temperatura), e il settaggio sotto finestra, cioè se si desidera calibrare tutta l' immagine o solo un certo numero di linee.



**Figure 5** Editor per la visualizzazione dei dati calibrati e salvati in formato binario.

Premuto il tasto 'Done' inizierà la fase di caricamento dati (sottolineata dall'avanzamento di una 'scroll bar'), in cui è acquisito l'input dai files specificati nel progetto corrente. Finita questa fase di caricamento comparirà una nuova finestra in cui risultano graficati i dati del file di calibrazione (VAL) relativi all'immagine corrente (e non a tutta la strisciata). In questo modo è possibile rendersi immediatamente conto della qualità del dato, cioè se è presente un rumore eccessivo che potrebbe falsare l'operazione di calibrazione. Con questa finestra è possibile visualizzare in rapida successione l'andamento delle temperature dei corpi neri e dei DN. Il MIVIS è provvisto di due corpi neri che forniscono due misure di temperatura indipendenti per ogni linea acquisita. Queste temperature sono utilizzate per calibrare le bande del termico utilizzando l'equazione di Planck. Se la temperatura dei corpi neri rimane costante durante tutta l'acquisizione, si procede direttamente con la calibrazione. Nel caso d'eccessiva rumorosità del segnale, si può operare una interpolazione con la tool 'TIR Fitting...' (figura 7). Se si decide di eseguire una interpolazione delle temperature e dei DN, occorre successivamente lanciare di nuovo la tool di calibrazione col tasto 'Calibrate TIR...': in questo caso verranno conservati in memoria tutti i dati precedentemente caricati ad eccezione chiaramente di quelli relativi al file di calibrazione. Terminata la calibrazione il programma visualizzerà di default la banda 102 (Tab.2) calibrata

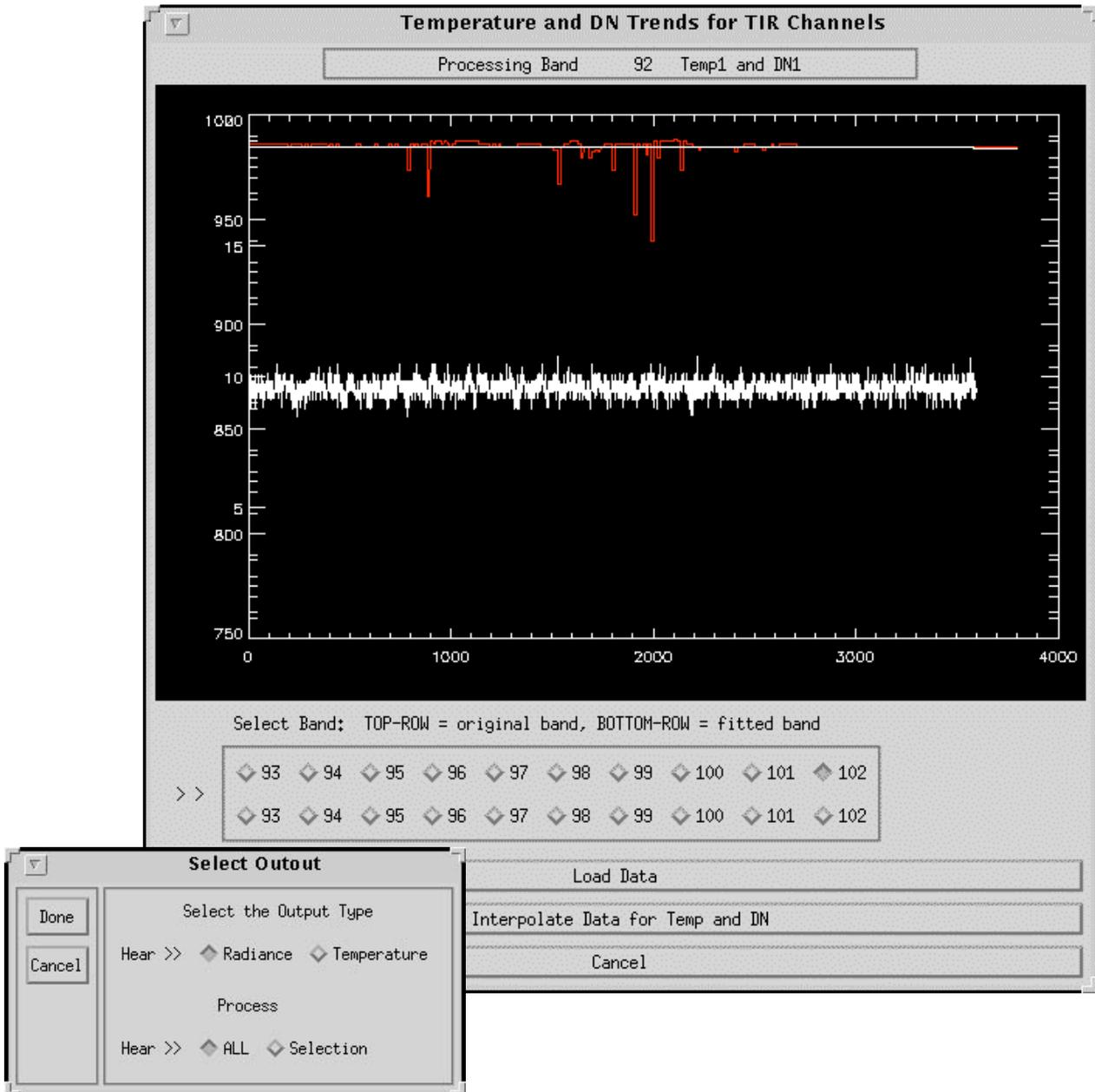
e un messaggio in cui si chiede se si desidera salvare il dato di calibrazione. Se NON si desidera salvarlo immediatamente, il programma provvederà comunque a conservare il risultato su un file temporale nominato 'calib.TMP'. Al momento della chiusura della sessione di lavoro il programma controlla per la presenza di tale file nella directory di lavoro. Una volta portata a termine l'operazione di calibrazione sarà possibile visualizzare rapidamente le altre bande calibrate del TIR con il comando 'Display MIVIS...' e di seguito 'in memory'.



**Figure 6** Finestra grafica che visualizza le funzioni risposta del MIVIS nel TIR.

- 2.1.4.3 'Calibrate VIR...':** è la tool per la calibrazione delle 20 bande relative al campo del visibile e delle 72 bande dello SWIR per il sensore MIVIS. La procedura è del tutto simile a quella illustrata per la calibrazione del TIR [Lechi, 2000].
- 2.1.4.4 'TIR Fitting...':** questa Tool permette di visualizzare l'andamento delle temperature dei corpi neri e dei DN relativamente a tutta la strisciata, e di procedere ad una interpolazione di questi dati qualora l'analisi visiva del 'trend' lo renda necessario. Infatti, studiando

l'andamento delle temperature dei corpi neri, i cui valori di temperatura dovrebbero mantenersi quasi costanti, accade di osservare delle fluttuazioni che rischiano di compromettere la validità del dato di calibrazione. Si può quindi procedere ad una interpolazione approssimando i valori di temperatura punto per punto ai valori della retta che meglio si adatta al trend su tutte le linee. Il calcolo della retta è eseguito utilizzando diverse routine IDL basate sul metodo dei minimi quadratici. Contemporaneamente è anche eseguita una media mobile sull'andamento dei DN, in modo da ridimensionare in fase di calibrazione l'effetto dell'errore durante di acquisizione del dato. Lanciato il programma di interpolazione, verranno visualizzate di volta in volta le temperature e i DN per le varie bande e il relativo 'fitting' per entrambi (figura 7).



**Figure 7** Finestra di dialogo per la calibrazione del TIR.

L'operazione coinvolge chiaramente i valori di temperatura e DN per tutti i 10 canali del TIR relativi ai due corpi neri installati sul sensore MIVIS. Finita l'operazione sarà possibile visualizzare facilmente ed in rapida sequenza l'andamento dei dati originali e dei dati interpolati su tutte le bande. Il programma sostituisce in memoria i valori così ottenuti agli originali salvando tuttavia il nuovo file di calibrazione con un nome diverso.

## 2.2 Descrizione dei moduli IDL

HyDE è un programma modulare, cioè un programma costituito da 10 (dieci) moduli in linguaggio IDL, ognuno con funzioni specifiche. La lista completa dei moduli è la seguente:

- hyde.pro
- open\_project.pro
- mivisaver.pro
- display\_val.pro
- display\_fn.pro
- display\_temp.pro
- tir\_calib.pro
- vir\_calib.pro
- interp\_temp.pro
- data\_in\_mem.pro

Esaminiamo in dettaglio la funzione di tali moduli.

**2.2.1** **'hyde.pro'** è il modulo principale, il modulo che provvede alla visualizzazione della schermata principale, attraverso il quale è possibile richiamare tutte le routine di funzione sopra descritte. Digitando *'hyde'* dal prompt IDL si avvia l'esecuzione del programma con la comparsa della schermata principale. **'hyde.pro'** contiene a sua volta tre moduli di cui uno (l'**'header'**) è fondamentale in quanto contiene delle opzioni di default che è NECESSARIO settare affinché il programma giri correttamente sul sistema operativo in cui è installato. E' fondamentale operare un settaggio nel modulo **'header'** dell'**'hyde.pro'** specificando il percorso che deve seguire il programma per trovare i vari moduli installati su disco; in particolare BISOGNA specificare:

- **'work\_path'**, cioè la directory che contiene tutti i moduli HyDE (\*.PRO)
- **'logo\_path'**, cioè la directory che contiene l'immagine del logo (logo.jpg).

Le **'cband\_path'** e **'fn\_path'** memorizzano il percorso per i file di centri-banda e di funzione risposta che possono comunque essere specificate di volta in volta al momento della definizione di un nuovo progetto.

**N.B.** se non si setta correttamente la **'work\_path'** è possibile che i vari moduli non vengano lanciati da **'hyde.pro'**.

**2.2.2** **'open\_project.pro'** è il modulo che controlla la scelta dei file indispensabili per aprire un progetto, cioè i file necessari per calibrare, visualizzare e manipolare le immagini MIVIS. In questo modulo, i file selezionati vengono anche direttamente aperti per operazioni di lettura e/o scrittura, esso quindi si occupa anche della gestione degli errori inerenti all'input/output.

**2.2.3** **'mivisaver.pro'** è il modulo che presiede al salvataggio dei dati calibrati attraverso una finestra di dialogo auto esplicativa.

**2.2.4** **'display\_val.pro'** è il modulo per la visualizzazione dei file in formato binario, cioè i file

con estensione VAL.

- 2.2.5 **'display\_fn.pro'** è il modulo per la visualizzazione della funzione di risposta.
- 2.2.6 **'display\_temp.pro'** è il modulo per la visualizzazione dei valori di temperatura e dei DN relativi però soltanto alle linee dell'immagine corrente. Questo modulo viene automaticamente richiamato dal modulo 'tir\_calib.pro' per permettere all'utente di verificare l'andamento delle temperature dei corpi neri in quel intervallo spaziale (figura 7).
- 2.2.7 **'tir\_calib.pro'** è il modulo di calibrazione delle bande dell'infrarosso termico (TIR). Uno degli aspetti importanti in questo modulo di cui bisogna tenere conto è la parte di acquisizione dati. I dati usati per la calibrazioni vengono caricati una prima volta da disco e poi memorizzati in matrici multidimensionali. Da questo momento, per le operazioni di calibrazione, si farà sempre riferimento ai dati stoccati nelle matrici. Questo permette di ottimizzare i tempi nel caso si voglia interrompere la calibrazione (ad esempio per interpolare i dati) e riprenderla successivamente (senza ricaricare tutte le bande).
- 2.2.8 **'vir\_calib.pro'** è il modulo di calibrazione delle bande del visibile. I dati calibrati vengono salvati provvisoriamente come calib.TMP per cui, se si è precedentemente effettuata una calibrazione TIR, bisogna provvedere a rinominare i dati del termico.
- 2.2.9 **'interp\_temp.pro'** è il modulo di interpolazione dei valori di temperatura e DN. Permette anche di visualizzare la temperatura dei corpi neri relativamente a tutte le linee della strisciata.
- 2.2.10 **'data\_in\_mem.pro'**: questo modulo permette di visualizzare le bande del MIVIS calibrate partendo direttamente dal dato in memoria, senza cioè bisogno di caricare le bande da un file in formato BIL o BIP da disco.

### 3. Specifiche di sistema

1. Questo software è stato testato su macchine con sistema UNIX HP e UNIX SUN/SOLARIS. Le chiamate di sistema in questo software sono estremamente ridotte, in particolare riguardano la rimozione e la rinomina dei file temporali di calibrazione 'calib.TMP' che avviene attraverso le istruzioni 'rm' e 'cp' del sistema UNIX.

2. Questo software è stato sviluppato utilizzando le versioni 5.0 e 5.2 di IDL. La compatibilità tra le due versioni è pressoché rispettata ad ECCEZIONE della gestione degli errori attraverso i codici di errore. Questo è stato riscontrato in particolare per i codici di errore di input/output

esempio: 'Error Reading File' corrisponde al valore 212 di IDL\_5.0 mentre in IDL\_5.2 il valore è 222.

3. Benché IDL garantisca che il sistema è 'sensibile' ai caratteri minuscoli/maiuscoli, in realtà se compaiono caratteri maiuscoli nel nome di un modulo IDL, esso risulta inibito ad essere lanciato da chiamate di sistema

esempio: `Execute (TIR_calib.pro)` non ha nessuno effetto sul modulo `TIR_calib.pro`  
mentre `Execute (tir_calib.pro)` compila e lancia il modulo `tir_calib.pro`

## Bibliografia

- Bogliolo, M.P., Teggi, S., Buongiorno, M.F., Pugnaghi, S., 1998. *Retrieving ground reflectance from MIVIS data: a case study on Vulcano island (Italy)*. Proc. of 1st EARSeL Workshop on IMAGING SPECTROSCOPY, Remote Sensing Lab., Univ. of Zurich, Switzerland, 6-8, October 1998, pp. 403-416.
- Bogliolo, M.P., Buongiorno, M.F., Salvi, S., Teggi, S., Pugnaghi, S., Abrams, M.J., Pieri D.C., Realmuto V.J., Caltabiano, 1996. *Ground measurements of physical parameters at Vulcano island and Mount Etna in support of the MIVIS remote sensing campaign "Sicilia-94"*, Pubblicazione ING 577.
- Buongiorno, M.F., Merucci L., Doumaz, F., Salvi, S., Bogliolo, M.P, Pugnaghi, S., Teggi, S., Coradini, S., Lumbroso, L.,Sterni, A. Caltabiano, T. and Carrere, V.,1999. *MVRRS Campaign: MIVIS mission on Sicilian volcanoes and ground measurements*. Quaderni di Geofisica, Pubblicazione N. 7, 1999, editor: Istituto Nazionale di Geofisica.
- Lechi, G., 2000. *Relazione finale Contratto "Calibrazione radiometrica su 102 canali distribuiti fra le bande del visibile all'infrarosso termico dello scanner aereotrasportato MIVIS del CNR"*. Politecnico di Milano, Dipartimento I.I.A.R., Sezione Rilevamento.
- Lombardo, V., M.F. Buongiorno (2006). *Lava flow thermal analysis using three infrared bands of remote-sensing imagery: a study case from Mount Etna 2001 eruption.* , Remote Sensing of environment 101/2:141-149.
- Lombardo V, Buongiorno MF, (2004). *Temperature distribution analysis of July 2001 Etna eruption observed by the airborne hyperspectral sensor MIVIS*, Annales of Geophysics 46/6:1217-1228.
- Spinetti C., M.F. Buongiorno, V. Lombardo, and L. Merucci, (2003). *Aerosol optical thickness of Mt. Etna volcanic plume retrieved by means of the Airborne Multispectral Imaging Spectrometer MIVIS*. Annals of Geophysics Vol. 46 N.2.
- Teggi, S., M.P., Bogliolo, M.F., Buongiorno, S., Pugnaghi and Sterni, A. (1999). *Evaluation of SO<sub>2</sub> emission from Mt. Etna using diurnal and nocturnal MIVIS TIR remotesensing images and radiative transfer models*. Journal of Geophysical Research Vol 104, NO B9, pp 20,069-20,079, September 10.