



## Rapporti Tecnici INAF INAF Technical Reports

<b>Number</b>	147
<b>Publication Year</b>	2022
<b>Acceptance in OA@INAF</b>	2022-04-06T08:07:15Z
<b>Title</b>	Software di riduzione dati della Camera Infrarossa CAINDR. User Manual
<b>Authors</b>	CARNERERO MARTIN, Maria Isabel; Jose A. Acosta Pulido
<b>Affiliation of first author</b>	O.A. Torino
<b>Handle</b>	<a href="http://hdl.handle.net/20.500.12386/32079">http://hdl.handle.net/20.500.12386/32079</a> ; <a href="https://doi.org/10.20371/INAF/TechRep/147">https://doi.org/10.20371/INAF/TechRep/147</a>

# Software di riduzione dati della Camera Infrarossa CAINDR. User Manual

M. I. Carnerero<sup>1</sup> & J. Acosta-Pulido<sup>2,3</sup>

- 1- INAF - Osservatorio Astrofisico di Torino, Via Osservatorio 20, I-10025 Pino Torinese, Italy.
- 2- Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), E-38200 La Laguna, Tenerife, Spain.
- 3- Universidad de La Laguna (ULL), Departamento de Astrofísica, E-38206 La Laguna, Tenerife, Spain.

## Indice

Indice .....	2
Indice delle figure.....	2
Introduzione .....	3
1. Riduzione dei dati.....	4
2. Correzione per le colonne centrali scramblate .....	5
3. Correzione flatfield.....	5
4. Correzione per pixel morti e caldi. ....	6
5. Sottrazione del cielo.....	7
6. Combinazione di immagini.....	8

## Indice delle figure

Figura 1. Telescopio TCS .....	3
Figura 2. Camera Infrarossa (CAIN) .....	4
Figura 3. Figura che mostra la correzione delle colonne centrali. Il riquadro sinistro mostra l'immagine prima della correzione e il riquadro destro l'immagine corretta dopo aver regolato nuovamente le colonne interessate.....	5
Figura 4. Immagine flatfield del filtro Kshort. ....	6
Figura 5. Maschera per correggere i pixel difettosi .....	7
Figura 6. Sottrazione di cielo. Sinistra image non corretta di cielo e destra image corretta di cielo.....	8
Figura 7. Combinazione di diverse immagini del "dither" .....	9

## Introduzione

Il Telescopio Carlos Sanchez (TCS) si trova presso l'Osservatorio d'Izaña (isole Canarie, Spagna). È stato progettato dal Prof. J Ring del Regno Unito e ha iniziato le osservazioni nel 1972. Inizialmente era pensato come un collettore di flusso ad infrarossi, fatto di un sottile specchio primario. Lo specchio primario ha un diametro di 1,52 m ed il rapporto focale è 13,8 sul suo fuoco Cassegrain. Nonostante la sua età, rimane attivo come uno dei pochi telescopi focalizzati sulla fotometria a infrarossi. Dal 2018 si dedica principalmente alla fotometria multibanda nel visibile utilizzando lo strumento MUSCAT2.



Figura 1. Telescopio TCS

CAmara INfrarroja (CAIN) è la camera infrarossa del TCS. Il suo rivelatore è composto da un mosaico di elementi fotovoltaici HgCdTe  $256 \times 256$  (NICMOS 3), sensibile nel range 1-2.5 micron, con quattro bias elettronico e a lettura indipendente, ciascuna delle quali controlla un quadrante. La camera ha due configurazioni ottiche: la modalità wide (W), con una scala di 1 arcsec/ pixel ed un campo di vista di  $4,2' \times 4,2'$ , e la modalità narrow (N), con una scala di 0,43 arcsec/pixel e un campo di vista di  $1.8' \times 1.8'$ .

La risposta del rivelatore è piuttosto irregolare, con un discreto numero di pixel caldi, ovvero pixel con un segnale molto alto rispetto al valor medio, più due colonne morte nella sezione di giunzione dei quadranti. Le colonne morte sono formate da due pixel che sono rimescolati dalle colonne iniziali dei singoli quadranti.



Figura 2. La camera infrarossa (CAIN) montata sul telescopio Carlos Sanchez (TCS)

## 1. Riduzione dei dati

Le osservazioni del telescopio TCS avvengono nelle bande infrarosse J (280.5 nm), H (311.5 nm) e Kshort (292.0 nm).

La riduzione dei dati viene effettuata con il pacchetto software CAINDR (contenuto nel software IRAF), originariamente sviluppato da Rafael Barrena e Jose A. Acosta-Pulido e modificato nel tempo da Jose A. Acosta-Pulido e Maria Isabel Carnerero. I passaggi principali della riduzione dati sono la correzione della variazione di sensibilità dei pixel e l'illuminazione non uniforme del rivelatore, che corrisponde alla correzione di flat field. Inoltre, sottraiamo lo sfondo del cielo e il contributo dovuto al telescopio ed alla strumentazione ottica. Infine, uniamo tutte le immagini ottenute nelle diverse posizioni del modello di dithering.

## 2. Correzione per le colonne centrali rimescolate

Il primo passo da fare è correggere le colonne centrali rimescolate. Le due colonne più a sinistra vengono scambiate con le due colonne più a destra, in ogni quadrante (vedi Fig. 3). Questo effetto è causato da una non perfetta sincronizzazione nella lettura dei pixel.

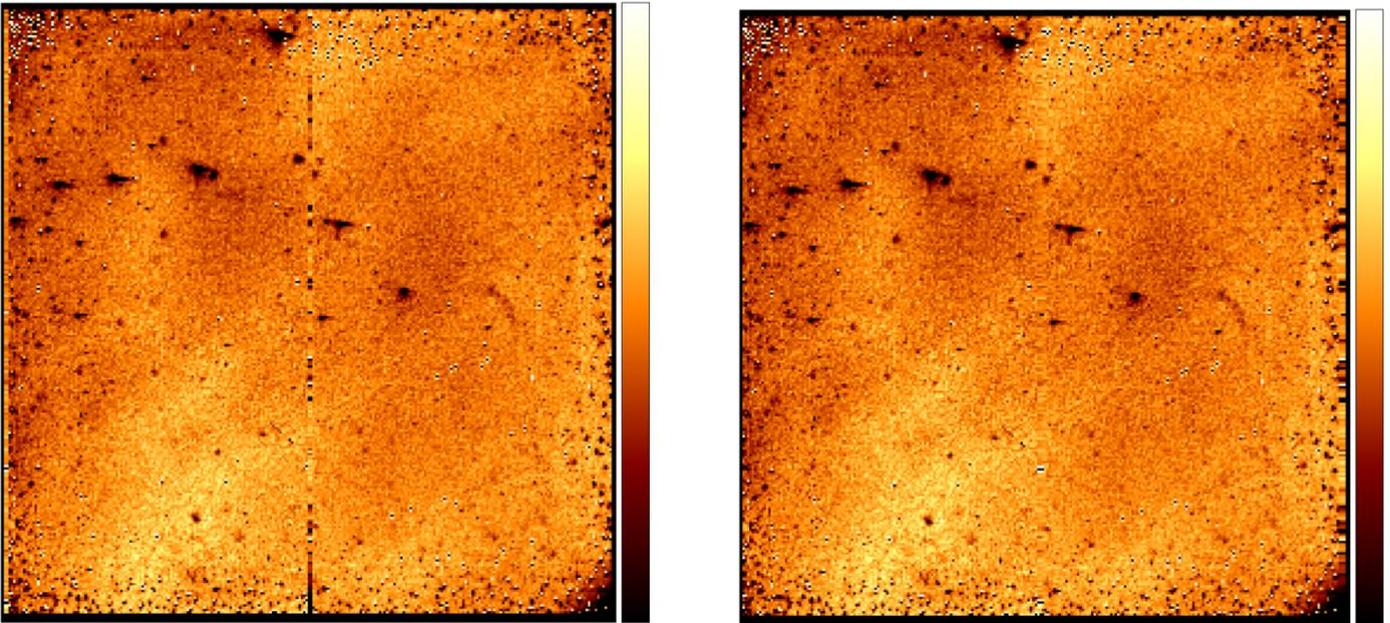


Figura 3. Figura che mostra la correzione delle colonne centrali. Nel riquadro a sinistra è riportata l'immagine prima della correzione e nel riquadro a destra l'immagine corretta.

## 3. Correzione flat-field.

Le immagini di flat field ci consentono di correggere gli effetti delle variazioni di sensibilità tra i diversi pixel del rivelatore, il vignettamento prodotto da elementi ottici del rivelatore ed altri fenomeni. Questa procedura consente inoltre di identificare i pixel freddi, ovvero pixel con bassissima risposta, e i pixel caldi.

Nel caso dei filtri J e H vengono acquisite solo immagini di flat field luminosi, cioè ottenuti con esposizioni sulla cupola chiusa illuminata da una lampada, mentre nella banda Kshort vengono acquisiti flat field luminosi e scuri (cioè senza lampada), con gli stessi tempi di esposizione. Questo perché nella banda Kshort l'emissione del telescopio e di ciò che gli sta intorno dà un contributo molto importante all'emissione di fondo, oltre all'illuminazione della lampada stessa. In questo caso l'immagine del flat field luminoso viene corretta per le esposizioni scure.

Una volta ottenute e normalizzate le immagini combinate del flat field di ciascun filtro (cioè normalizzate per la mediana), il passaggio successivo consiste nel correggere tutte le immagini di una notte per i flat field. Per creare l'immagine finale di flat field utilizziamo la routine *cmkflat* del pacchetto CAINDR di IRAF.

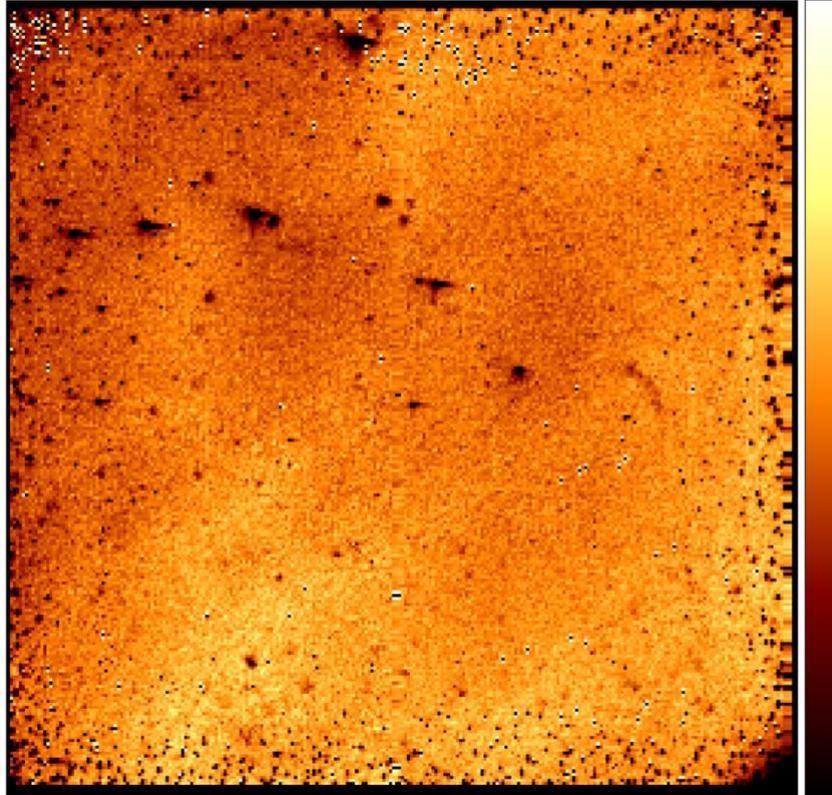


Figura 4. Immagine di flat field nel filtro Kshort.

#### 4. Correzione per pixel morti e caldi.

I "bad" pixel sono quelli che presentano anomalie rispetto ai pixel vicini, ad esempio non mostrano un segnale apprezzabile o al contrario mostrano sempre un segnale molto alto.

Eseguiamo questa correzione creando una maschera da un'immagine scattata senza illuminazione (scura). Si noti che i pixel difettosi aumentano con i tempi di esposizione, quindi, poiché tutte le immagini sono state scattate con tempi di esposizione di 6 o 10 secondi, abbiamo creato due maschere, una per ogni tempo di esposizione.

Per la correzione dei pixel difettosi utilizziamo la routine *cbadpix*.

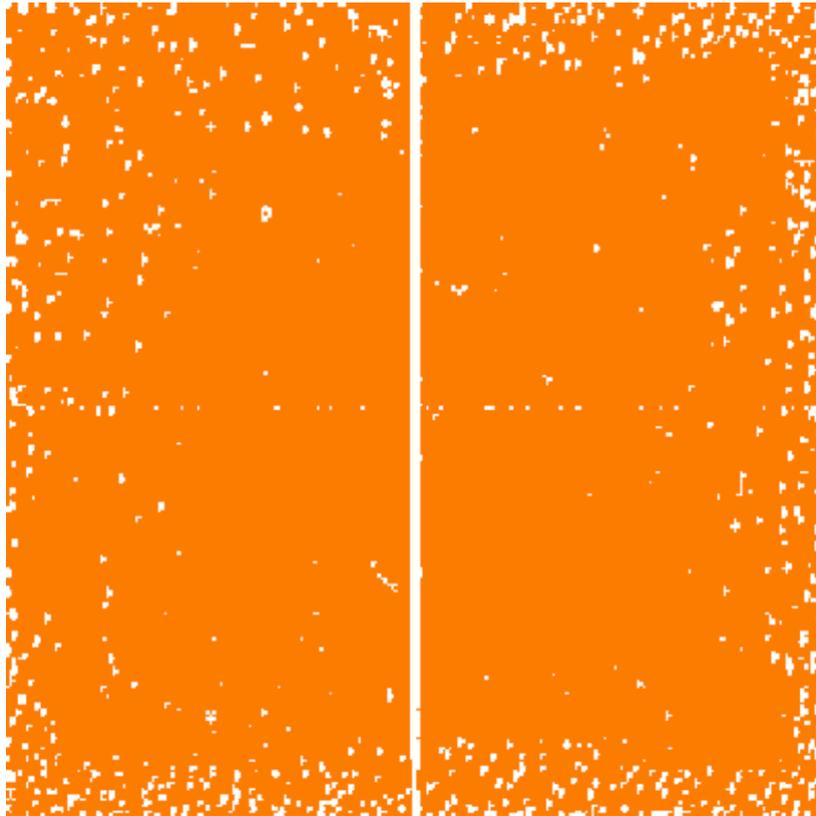


Figura 5. Maschera per correggere i pixel difettosi.

## 5. Sottrazione del cielo.

Questo è uno dei passi più importanti durante la riduzione dei dati del vicino infrarosso poiché l'emissione del cielo generalmente supera quella delle sorgenti osservate. Inoltre, l'emissione del cielo presenta una grande variabilità su tempi scala di pochi minuti. Una stima dell'emissione del cielo deve essere effettuata pixel per pixel poiché le variazioni non possono essere semplicemente corrette dalle immagini di flat field. Nel nostro caso uniamo tutte le immagini riprese in un ciclo di dithering per ciascun filtro.

L'immagine del cielo viene generata come mediana di ciascun pixel durante il ciclo. Prima di calcolare la mediana, viene aggiunto un offset a ciascun frame per compensare qualsiasi variazione temporale globale del livello del cielo. In questo modo le stelle vengono effettivamente rimosse e l'immagine del cielo corrisponde semplicemente allo sfondo del cielo. Questa immagine viene quindi sottratta da tutti i frame e vengono visualizzati gli oggetti più deboli. Di solito viene eseguita una seconda iterazione dopo che la posizione degli oggetti è stata identificata in ciascun frame. A questo punto viene creata una maschera. Il processo di creazione dell'immagine mediana viene di solito ripetuto tenendo conto di questa maschera.

Per la sottrazione del cielo usiamo la routine *subditsky*.

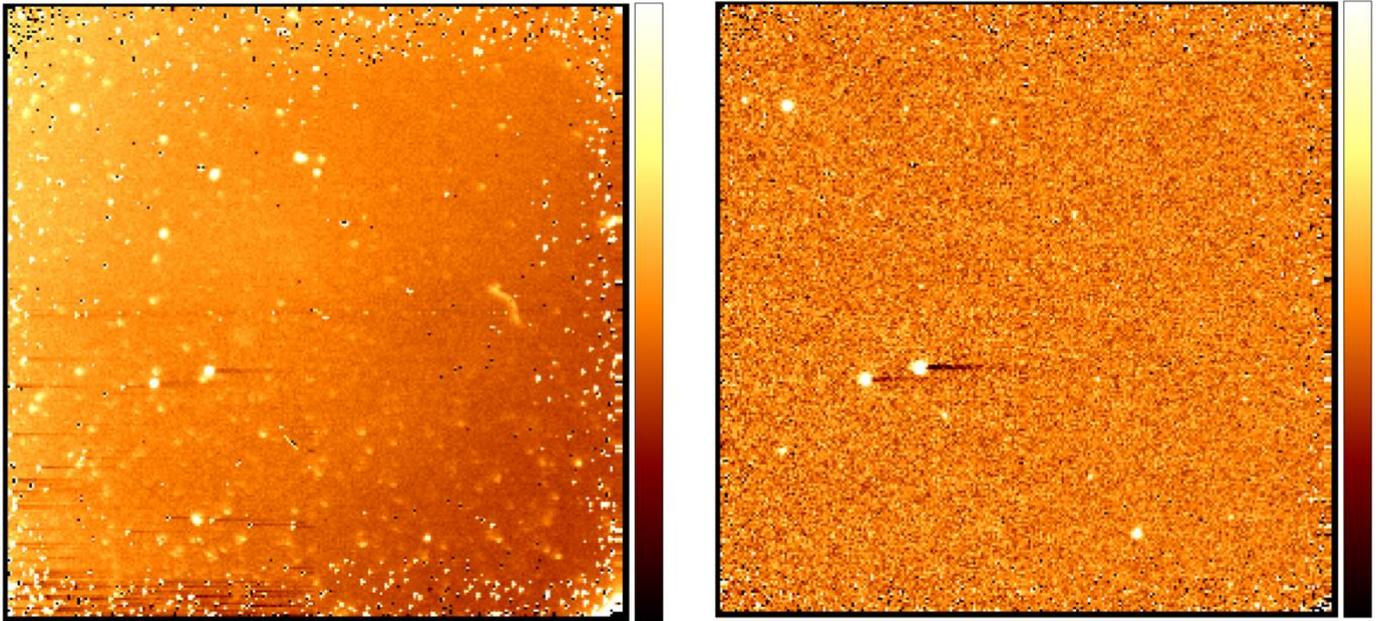


Figura 6. Sottrazione del cielo. A sinistra è mostrata un'immagine non corretta e a destra l'immagine dopo la correzione per il cielo.

## 6. Combinazione di immagini.

In questo passaggio combiniamo le immagini scattate in diverse posizioni del modello di dithering e creiamo un'immagine finale. Questa tecnica è comunemente chiamata "shift and add". Di solito otteniamo un'immagine per ogni ciclo, che consiste in 5 posizioni di dithering. Sporadicamente è stata rilevata una certa variazione nella fotometria, che può essere intrinseca o dovuta alla variazione delle condizioni di trasmissione dell'atmosfera.

Per la combinazione di immagini usiamo la routine *cicomcub*. Questa routine è interattiva e non completamente automatica perché le coordinate degli oggetti riportate nell'header dei file acquisiti con CAIN non sempre sono precise e poiché è un campo piccolo e le esposizioni sono brevi, a volte non ci sono più di 2-3 oggetti da allineare, il che rende difficile il trattamento automatico.

A questo punto l'immagine è pronta per poter essere analizzata con un software che consenta di estrarre la fotometria delle sorgenti di interesse, come lo script IDL interattivo *twomass2cts* il cui funzionamento è descritto da Carnerero & Acosta-Pulido nell'INAF Technical Report "Fotometria e calibrazione infrarossi".

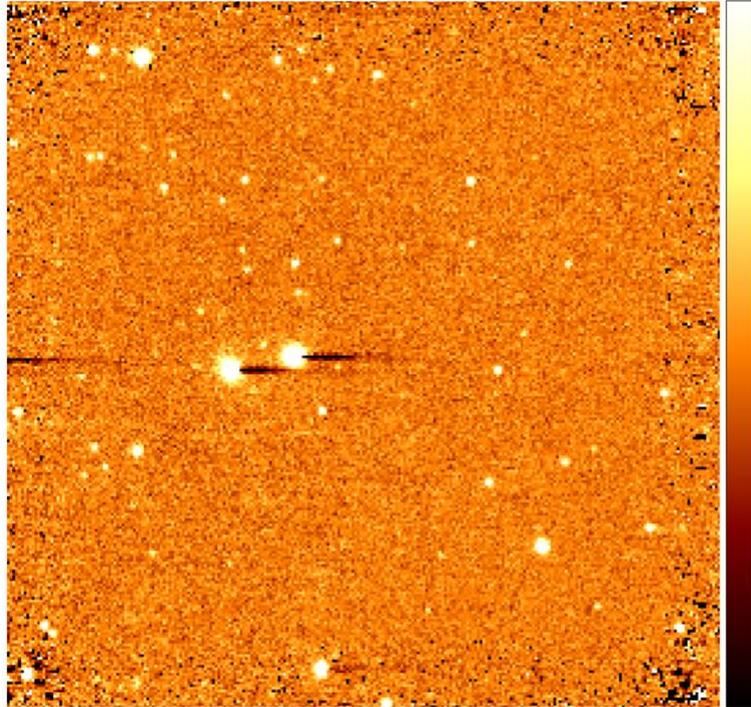


Figura 7. Combinazione di diverse immagini



Diagramma 1. Riduzione dei dati