



# **GEOREFERENZIAZIONE**

**Georeferenziare  
mappe e carte  
geografiche  
raster**

# LINK UTILI

[https://docs.qgis.org/3.10/it/docs/gentle\\_gis\\_introduction/](https://docs.qgis.org/3.10/it/docs/gentle_gis_introduction/)

<https://rsdi.regione.basilicata.it/dbgt-ctr/>

<http://dati.regione.basilicata.it/catalog/dataset>

<https://vertical-srl.it/openlayer-qgis/>

[https://docs.qgis.org/3.10/it/docs/gentle\\_gis\\_introduction/raster\\_data.html#georeferencing](https://docs.qgis.org/3.10/it/docs/gentle_gis_introduction/raster_data.html#georeferencing)

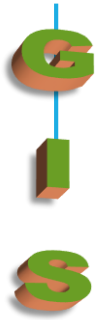
## Compositore di Stampa

<https://www.youtube.com/watch?v=CnSffyLOL7c>

<https://www.youtube.com/watch?v=0PzvSTreOuQ>

# GEOREFERENZIAZIONE

LA **GEOREFERENZIAZIONE** CONSISTE NEL POSIZIONARE, MEDIANTE PUNTI A COORDINATE NOTE (DETTI ANCHE PUNTI DI CONTROLLO O TIC - PUNTI DI REGISTRAZIONE DELLA CARTOGRAFIA DI CUI SI CONOSCE LA CORRISPONDENTE POSIZIONE SUL TERRENO) DATI VETTORIALI O UN IMMAGINE RASTER NELLA RISPETTIVA ZONA DEL TERRITORIO REALE SECONDO UN DETERMINATO SISTEMA DI RIFERIMENTO.

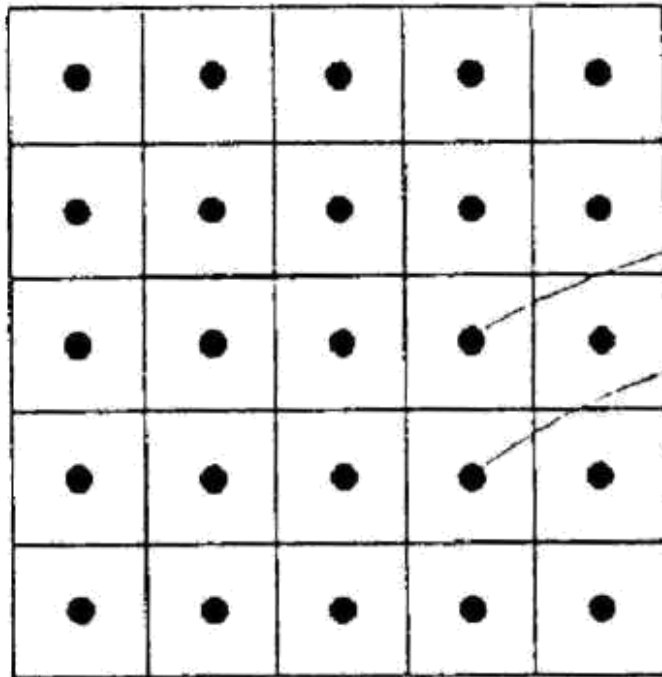


# GEOREFERENZIAZIONE

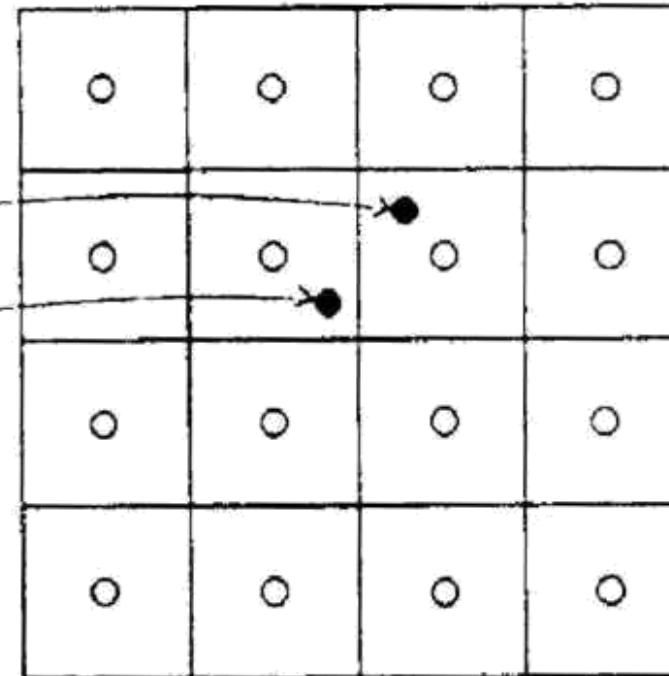
**GEOREFERIRE** UN FILE (RASTER E/O VECTOR) SIGNIFICA ASSEGNARE AD OGNI PUNTO DELLA CARTA DIGITALE LE COORDINATE ESATTE, ESPRESSE NELLO STESSO SISTEMA DI RIFERIMENTO ADOTTATO PER LA REALIZZAZIONE DELLA CARTA DI PARTENZA.

LA GEOREFERENZIAZIONE È FONDAMENTALE PER ASSOCIARE AD OGNI PUNTO DELL'IMMAGINE LE SUE COORDINATE SPAZIALI REALI, AL FINE DI POTER SOVRAPPORRE LA STESSA IMMAGINE CON ALTRI DATI RELATIVI ALLO STESSO PUNTO DEL TERRITORIO CUI SI RIFERISCONO.

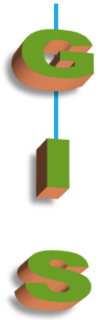
# GEOREFERENZIAZIONE



Matrice immagine nel sistema di coordinate terreno (risultato)



Matrice immagine nel sistema di coordinate camera (originale)



# FASI DELLA GEOREFERENZIAZIONE

Scansione (trasformazione digitale di cartografia)

Importazione

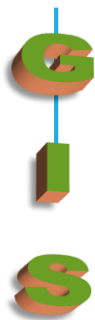
Ritaglio

Inserimento punti di controllo

Scelta del modello

Controllo errori

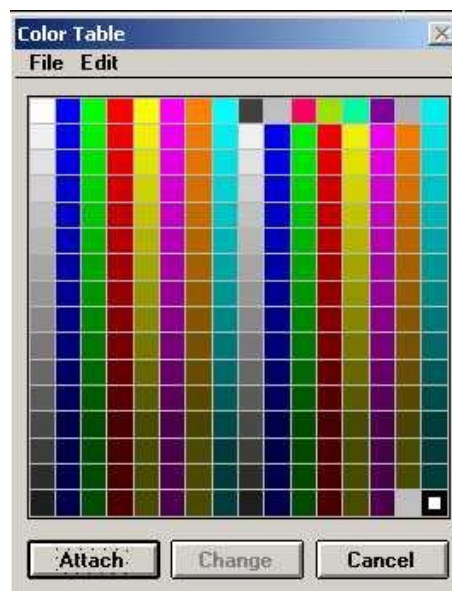
Operazioni finali



# SCANSIONE

Strumento utilizzato: scanner di grande formato (A0)

Scelta della palette da utilizzare (RGB-B\N)





# RITAGLIO \ MOSAICATURA



COMUNITÀ MONTANA  
MEDIO BASENTO

TRICARICO (MT)

CARTA TECNICA NUMERICA

SEZIONE N. 490030  
CALCIANO - CARACULO NORD

Scala 1:10.000



Tricarico (MT) - Via E. De' S. Andrea - 81000  
Alcuni metri - 1 cm = 100 m - 1 km = 1000 m  
(rispetto al Sest.)

COORDINATE DEI VERTICI

VERTICALE	LIVELLO QUADRO 1:10.000				LIVELLO QUADRO 1:25.000			
	W	E	N	S	W	E	N	S
490	472030	472030	490000	490000	472030	472030	490000	490000
491	472030	472030	490000	490000	472030	472030	490000	490000
492	472030	472030	490000	490000	472030	472030	490000	490000
493	472030	472030	490000	490000	472030	472030	490000	490000

Il foglio Cart. Tecnica Num. 490030 è stato compilato con dati di rilievo fotografico aerea con proiezione UTM, nel sistema di Base di Roma, in formato UTM, di 10° E, con la proiezione di Gauss-Krüger, con il datum di Roma, in formato UTM, di 10° E, con la proiezione di Gauss-Krüger, con il datum di Roma.

La cartina è di scala 1:10.000 e rappresenta il territorio di Tricarico (MT).

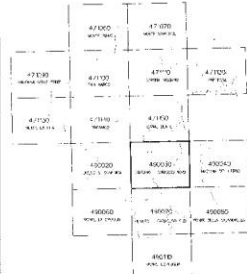
QUADRO DI RIFERIMENTO

490	491	492	493
490	491	492	493
490	491	492	493
490	491	492	493

INDICAZIONE VERTICI

W	E	N	S
W	E	N	S
W	E	N	S
W	E	N	S

QUADRO D'INDICAZIONE DELLE SEZIONI 1:10.000



Mappe cart. del 1/10.000  
 - Tricarico (MT) - Via E. De' S. Andrea - 81000  
 - Tricarico (MT) - Via E. De' S. Andrea - 81000  
 - Tricarico (MT) - Via E. De' S. Andrea - 81000

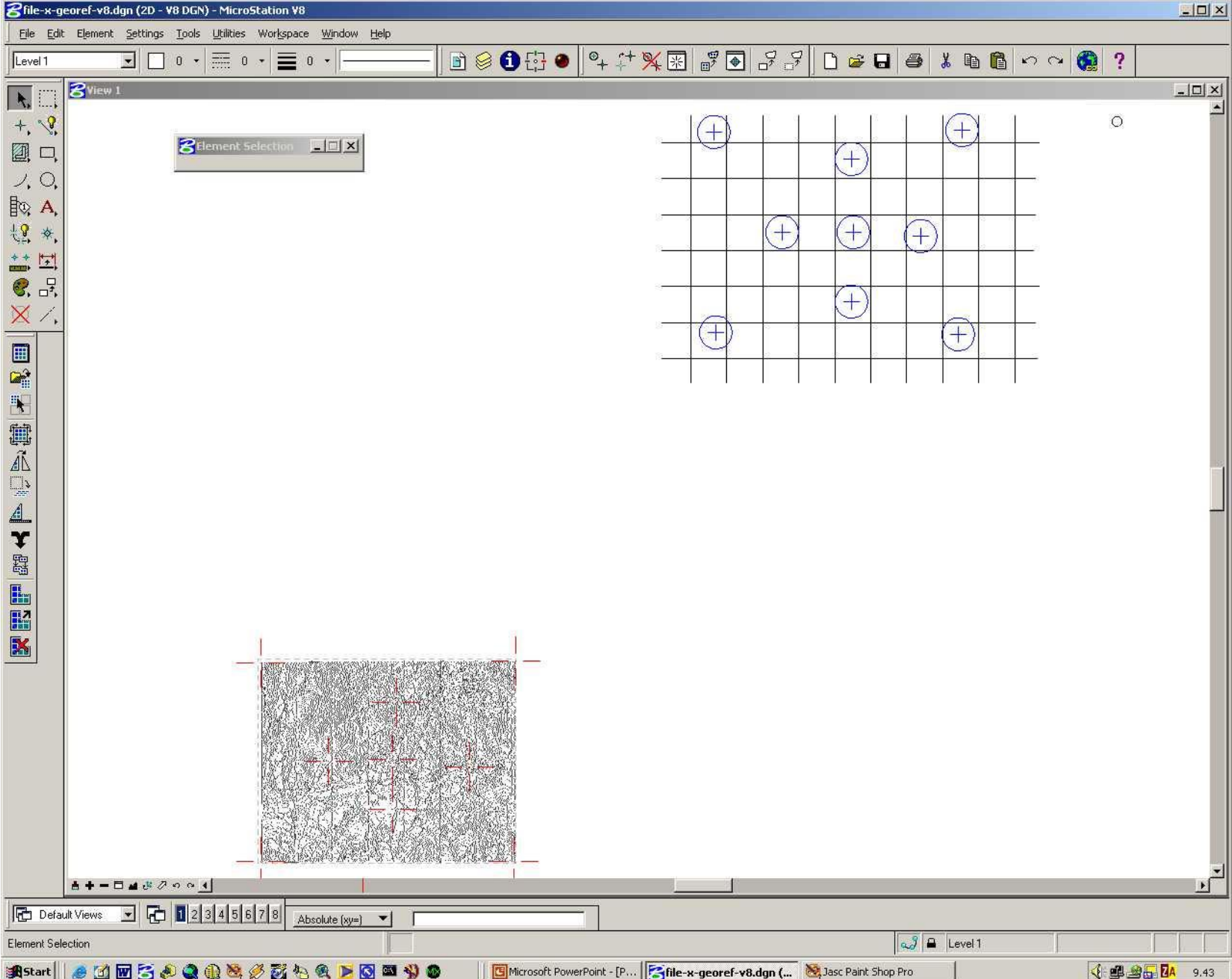
Mappe cart. del 1/10.000  
 - Tricarico (MT) - Via E. De' S. Andrea - 81000  
 - Tricarico (MT) - Via E. De' S. Andrea - 81000  
 - Tricarico (MT) - Via E. De' S. Andrea - 81000



# RITAGLIO\MOAICATURA



# PUNTI DI CONTROLLO



# MODELLO DI GEOREFERENZIAZIONE:

Il **modello** è costituito da un set di funzioni matematiche atte a stabilire la corrispondenza fra i punti di controllo, o meglio fra la geometria dei punti base e la geometria dei corrispondenti punti da georiferire.

In pratica queste funzioni software identificano una corrispondenza fra i diversi punti di controllo ed interpolano gli spazi che fra di essi esistono

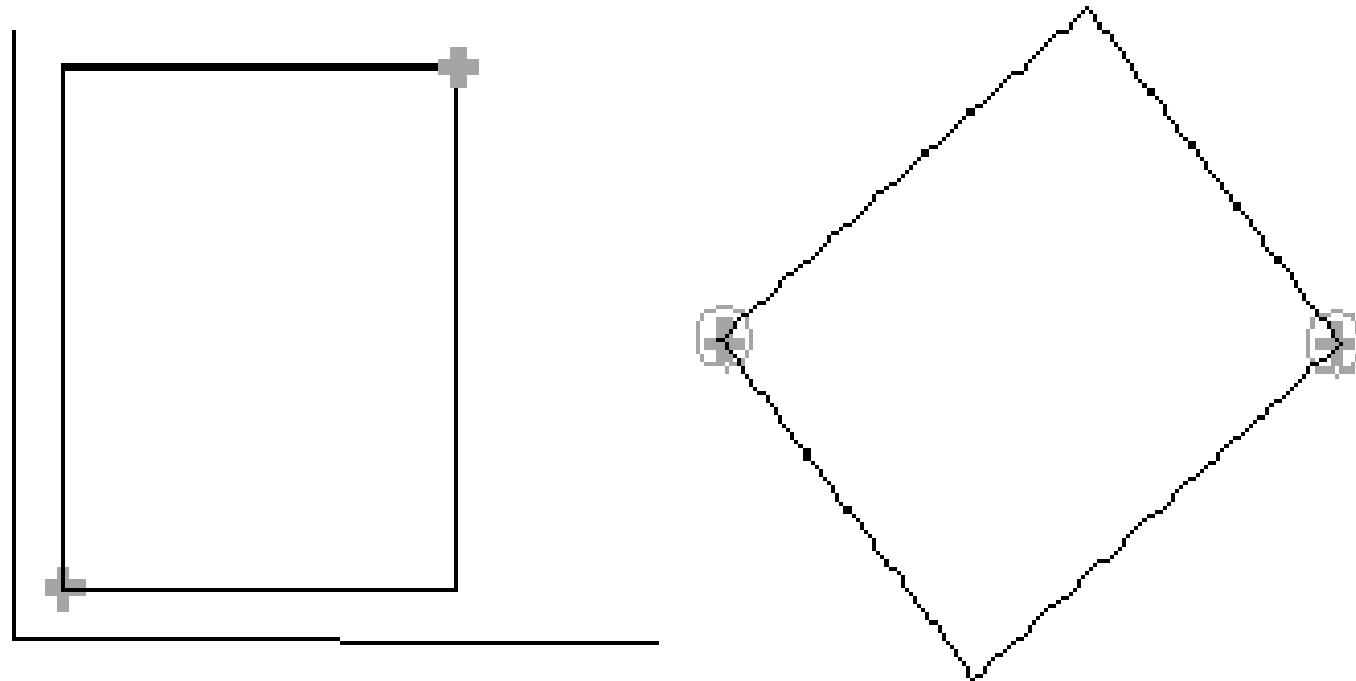
I tipi di modelli presenti sono:

- *Helmert*
- *Similitude*
- *Affine*
- *Projective*
- *Polynomial*

# MODELLO HELMERT

Tale modello è anche detto “rigid body”, in quanto esegue una rotazione e due traslazioni (X and Y), non effettuando alcuna “scalatura”.

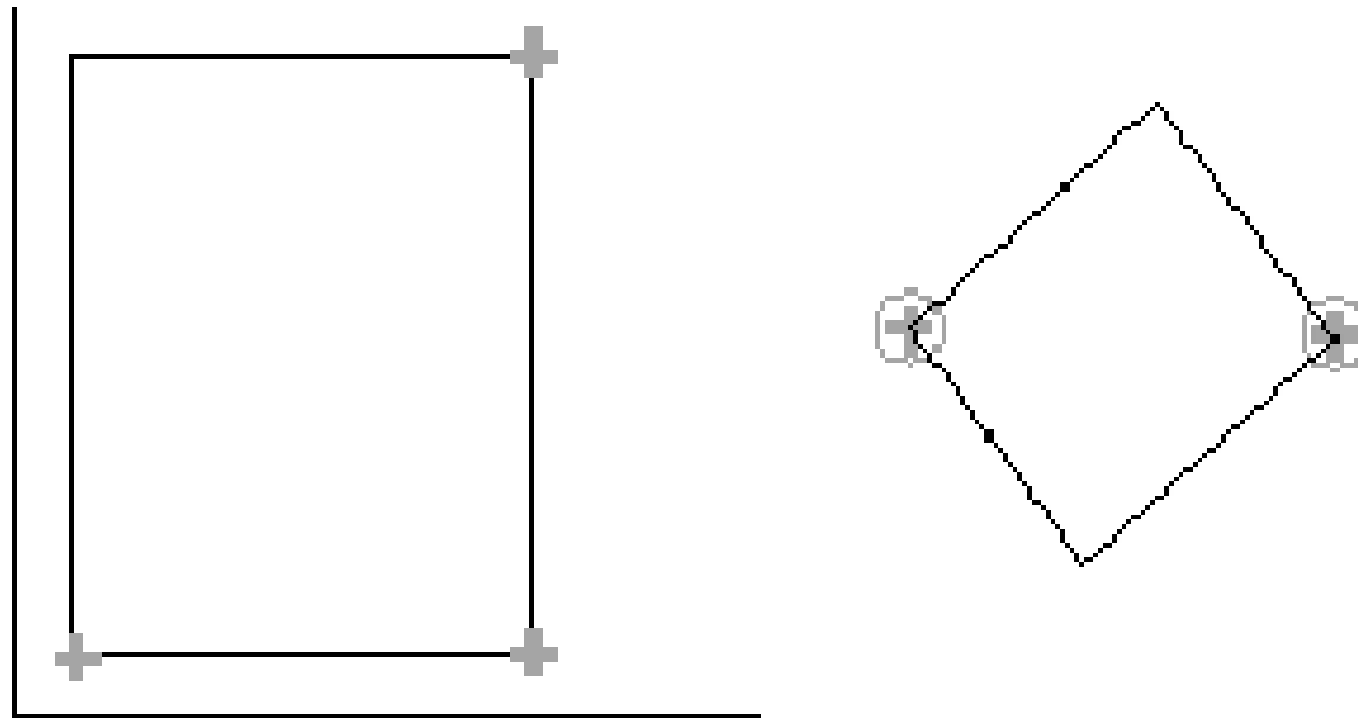
Richiede almeno due punti di controllo.



# MODELLO SIMILITUDE

Tale modello esegue una rotazione e due traslazioni (X and Y), effettuando una “scalatura”, con un uguale fattore per entrambi gli assi (X and Y).

Richiede almeno due punti di controllo.

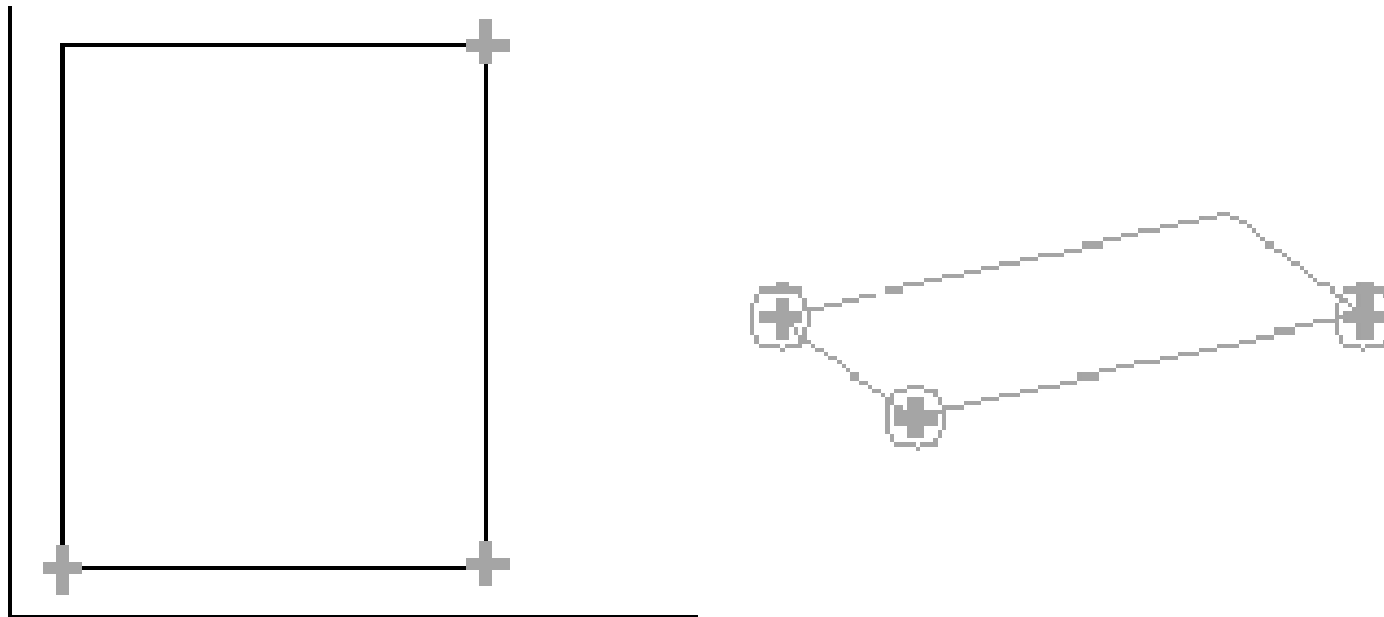




# MODELLO AFFINE

Il modello affine determina una rotazione e due traslazioni (X and Y), applicando un diverso fattore di scala per i due assi (X and Y), modificandone anche l'ortogonalità.

Richiede almeno tre punti di controllo.

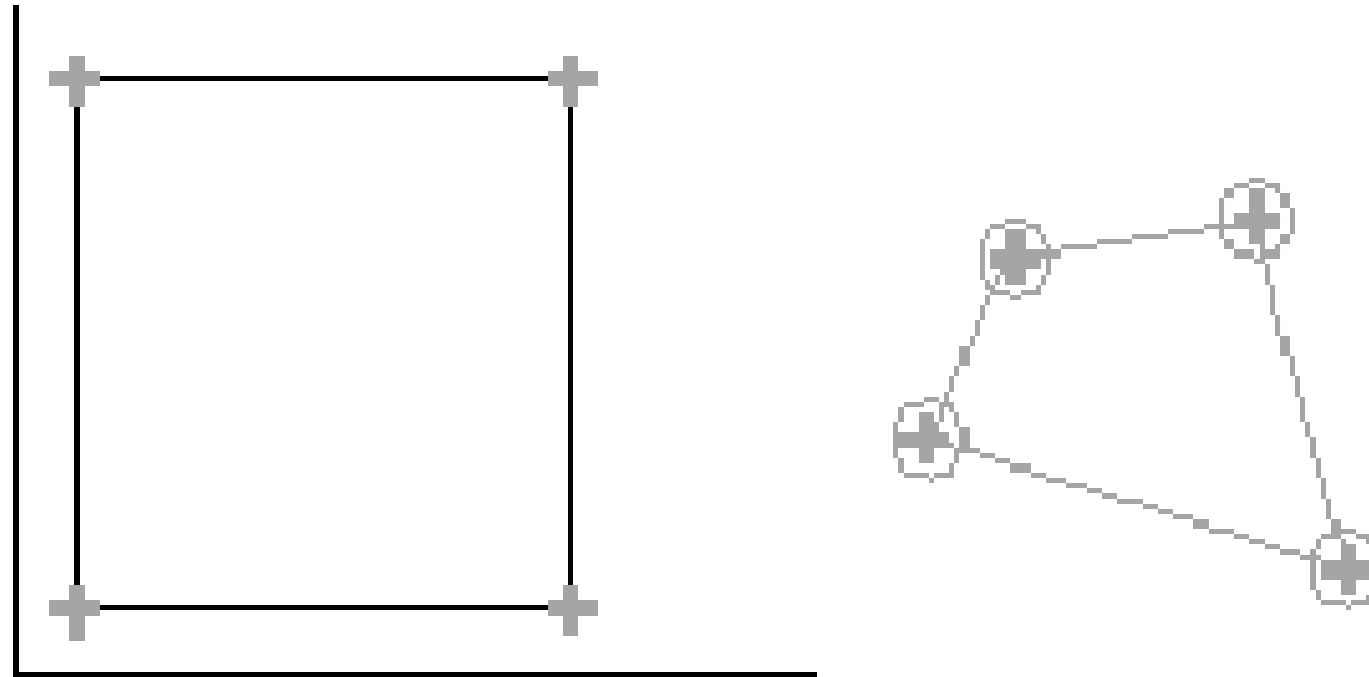


L'utilizzo di questo modello è indicato quando bisogna “registrare” un documento con piccole deformazioni (scanner e/o carta).

# MODELLO PROJECTIVE

Questo modello proietta un piano all'interno di un altro piano.

Richiede almeno quattro punti di controllo.

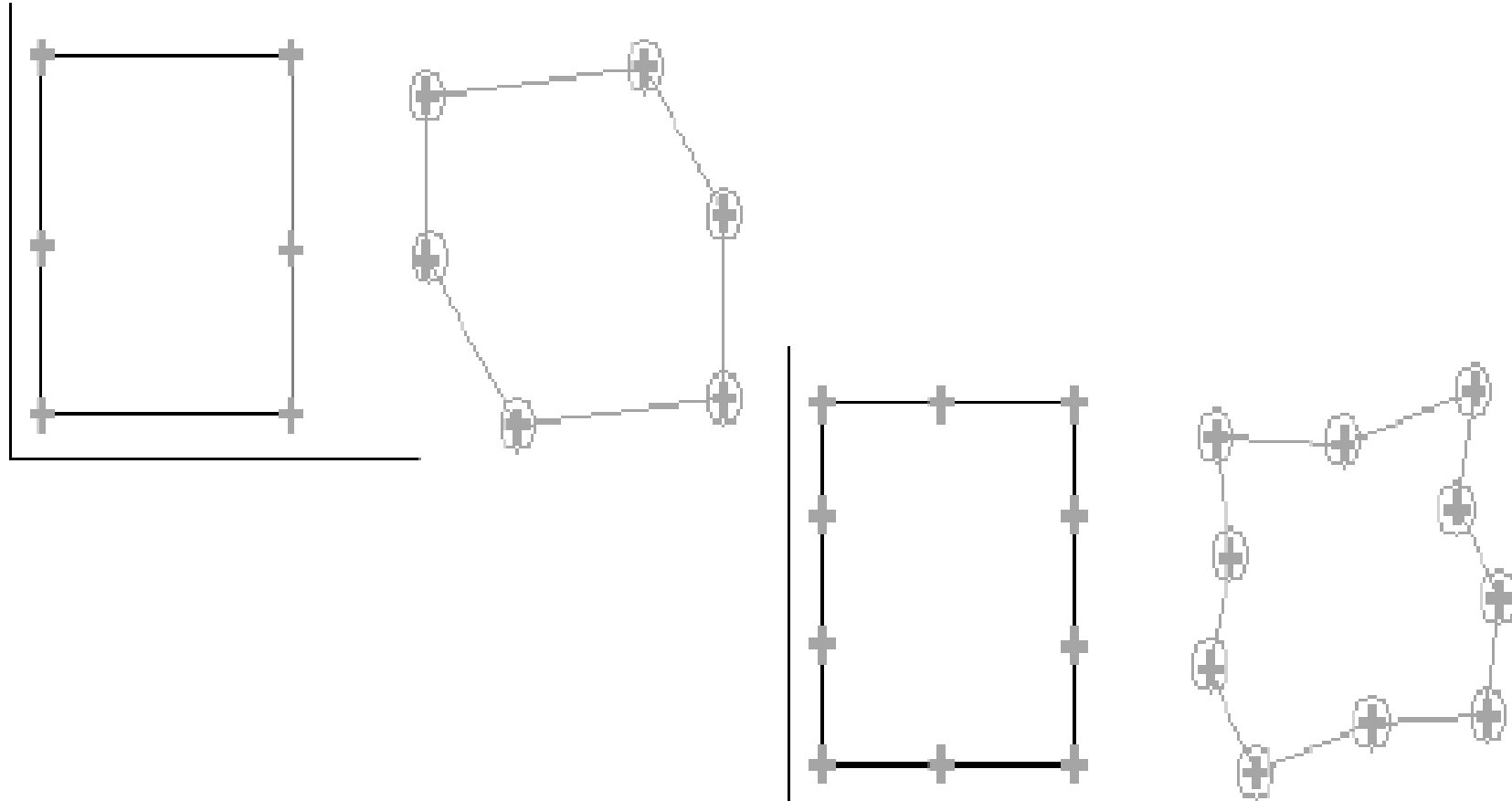


L'utilizzo di questo modello è indicato quando bisogna “registrare” un documento non molto deformato (foto aerea bassa quota).

# MODELLO POLYNOMIAL 2 E 3

Questi modelli sono utilizzati per “registrare” foto aeree che non abbiano elevati dislivelli.

I punti minimi richiesti vanno da sei a dieci.



# RICAMPIONAMENTO

Il ricampionamento, o **resampling**, è un processo elaborativo in grado di creare una nuova immagine, partendo da una immagine base, pixel per pixel, adottando un appropriato valore dei pixel.

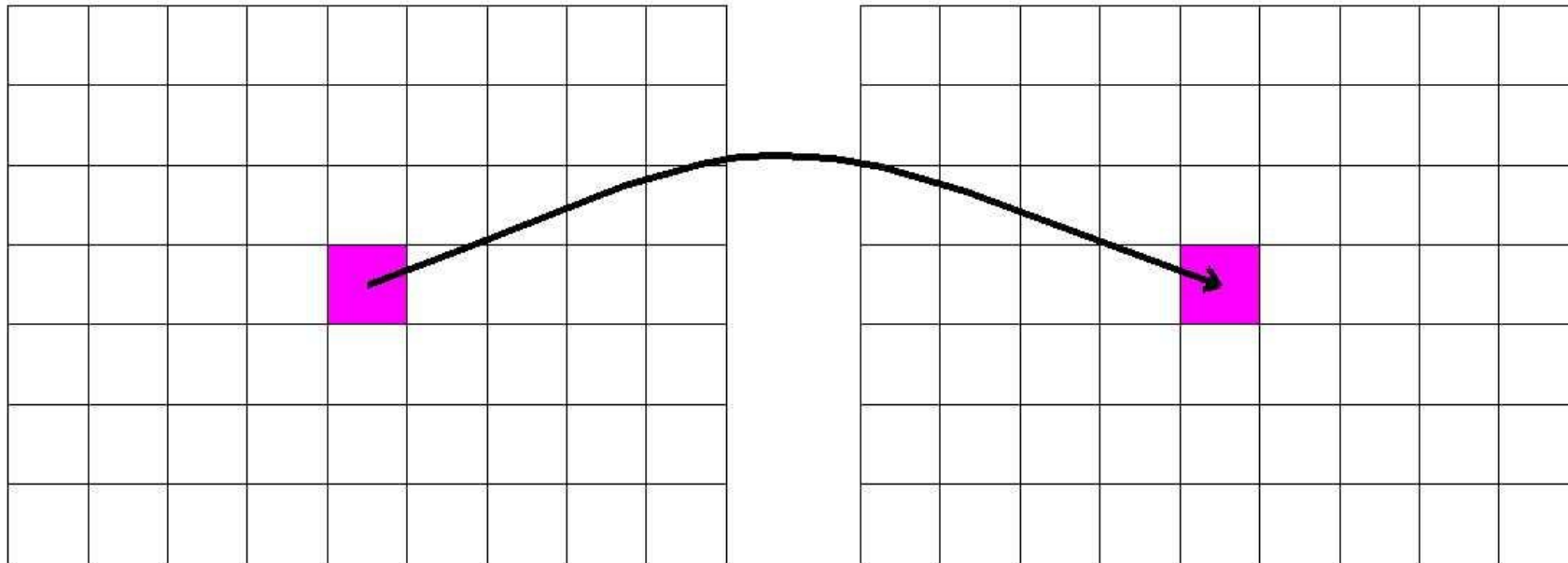
Tale elaborazione oltre a modificare la geometria dell'immagine è capace di riassegnare il contenuto informativo del pixel stesso (es. risposta radiometrica).

Infatti è possibile assegnare un determinato valore informativo ad ogni pixel mettendolo in relazione ai pixel del suo intorno.

# RICAMPIONAMENTO

## Nearest Neighbor; Interpolazione Bilineare; Convoluzione Cubica

Nearest Neighbor: assegna al pixel in uscita il valore del pixel più vicino nell'immagine in input.

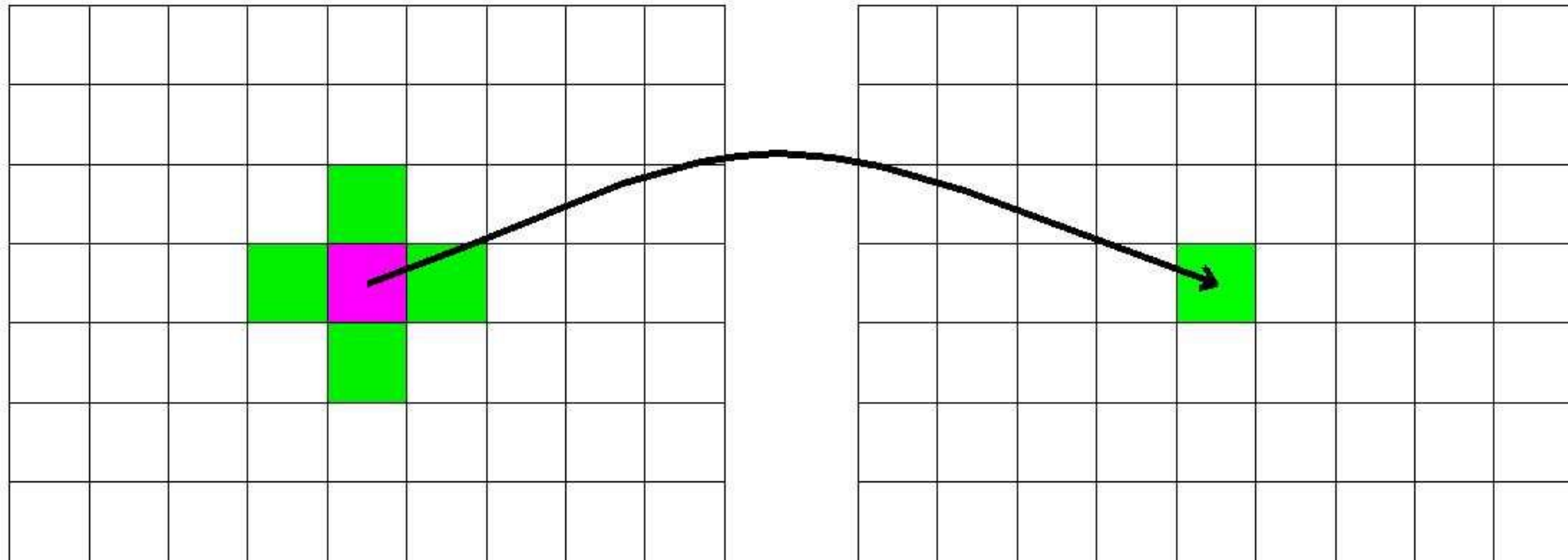




# RICAMPIONAMENTO

**Nearest Neighbor;**      **Interpolazione Bilineare;**  
**Convoluzione Cubica**

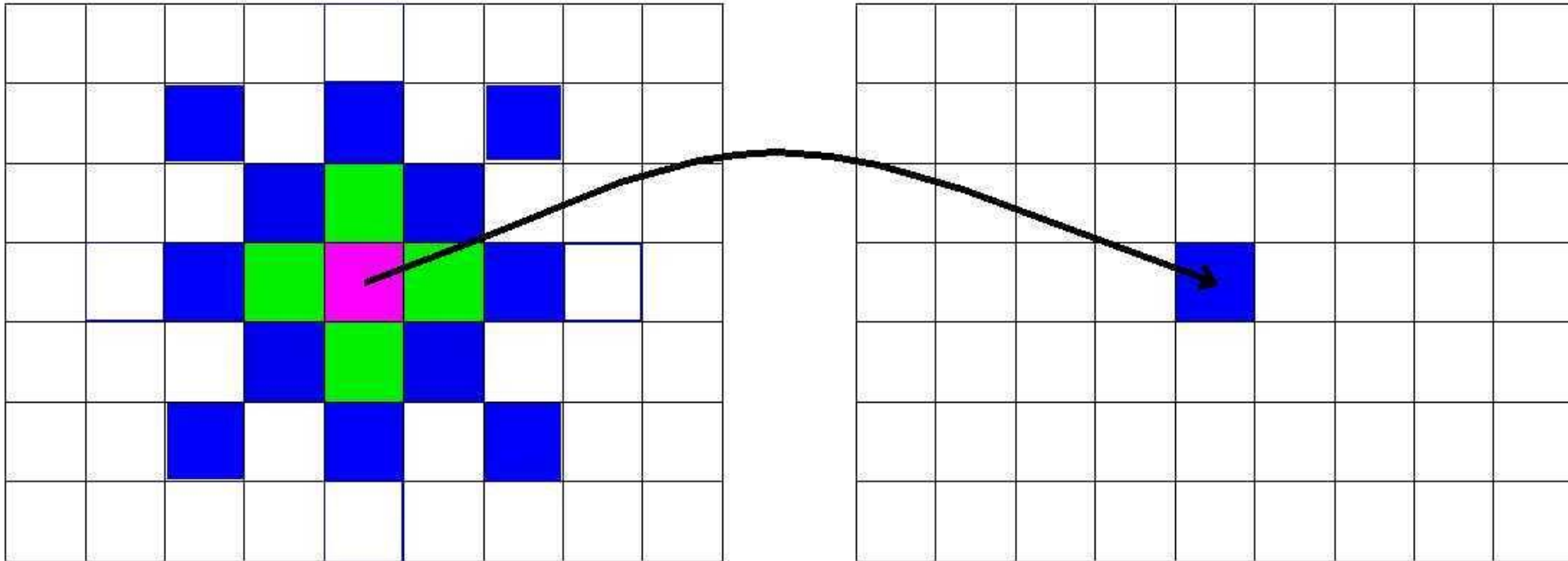
Interpolazione Bilineare: assegna al pixel in uscita un valore dipendente dai 4 pixel più vicini nell'immagine in input.



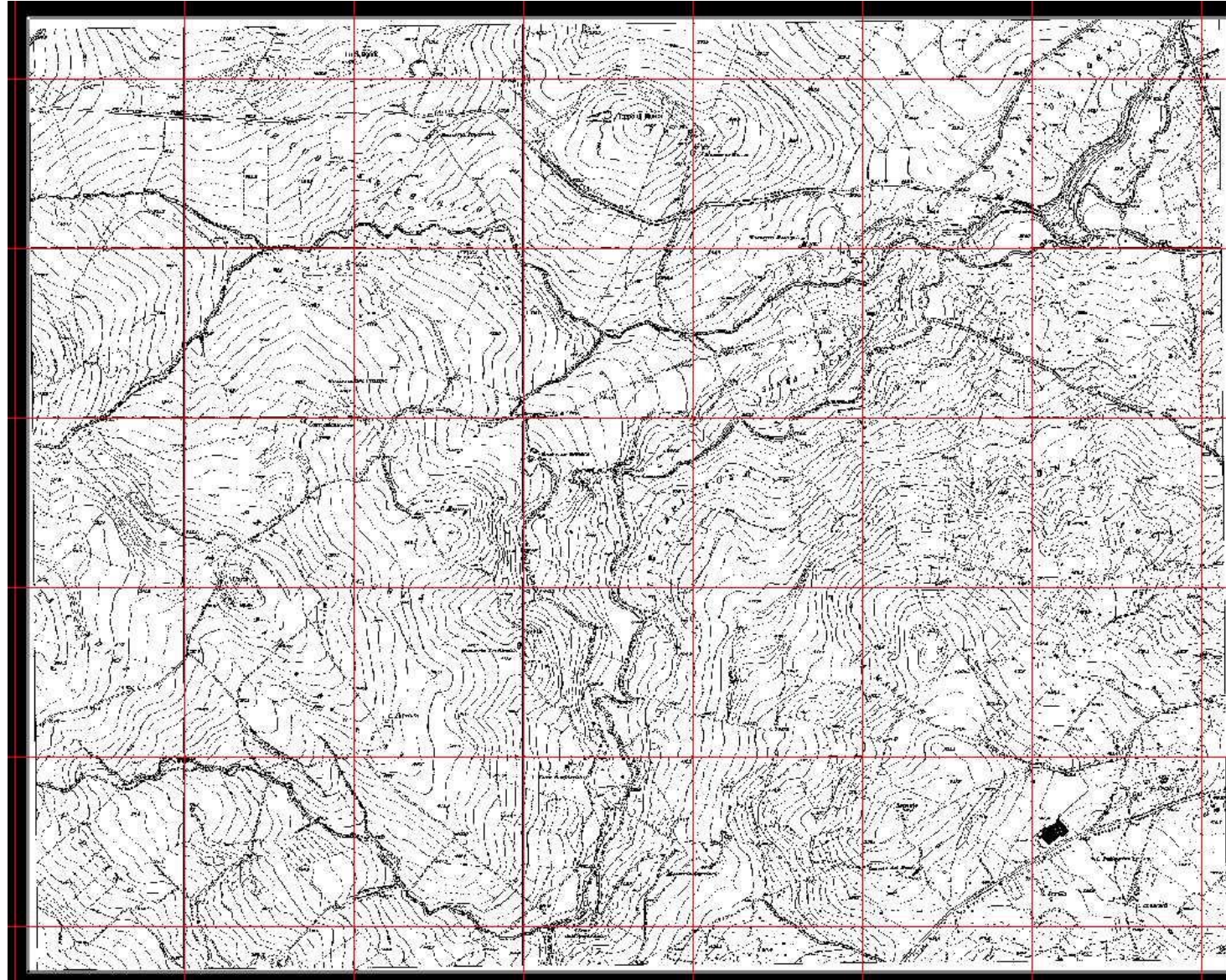
# RICAMPIONAMENTO

**Nearest Neighbor; Interpolazione Bilineare;  
Convoluzione Cubica**

Convoluzione Cubica: assegna al pixel in uscita un valore dipendente dai 16 pixel più vicini nell'immagine in input.

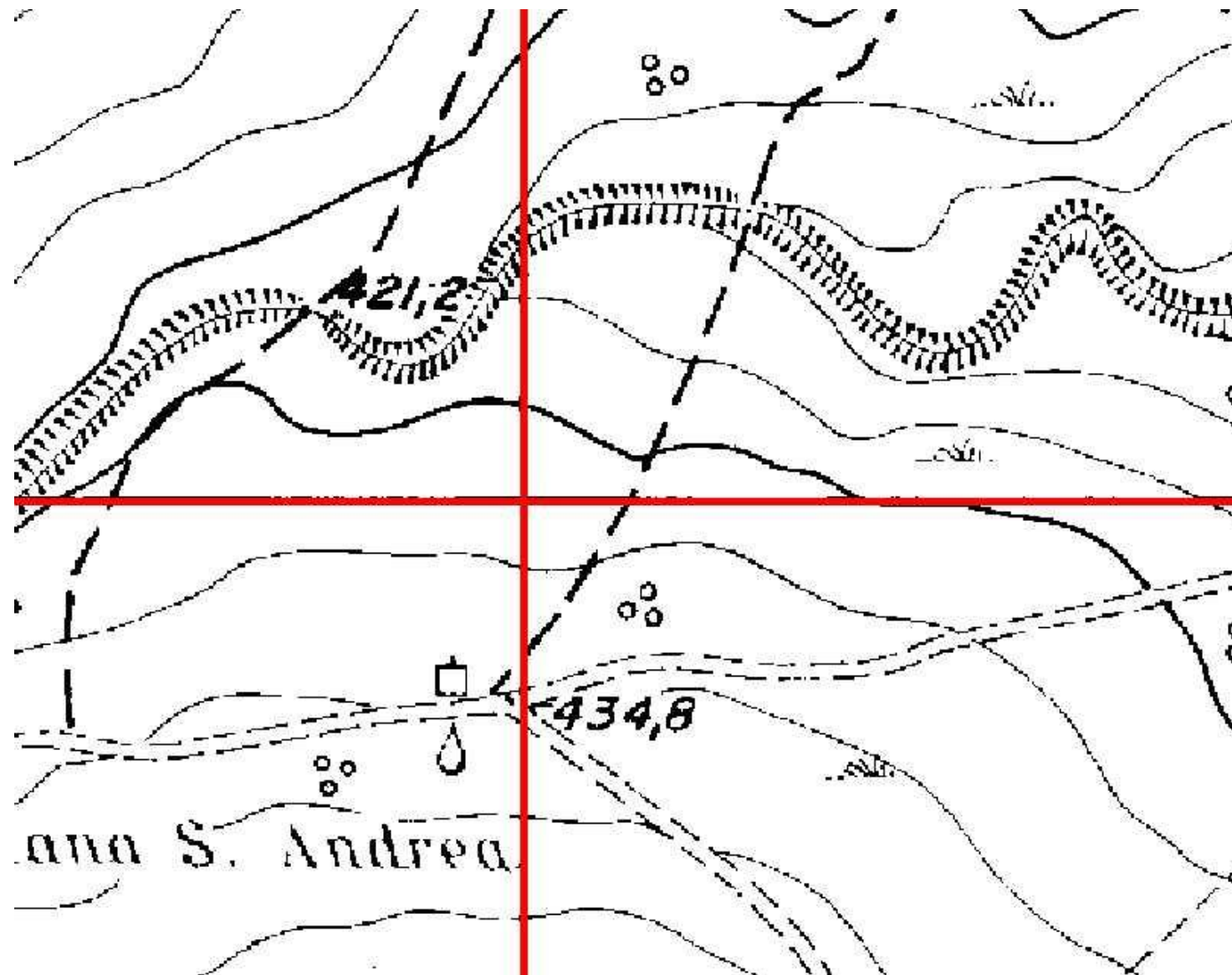


# CONTROLLO





# CONTROLLO



# CONTROLLO





# PROCEDIMENTO

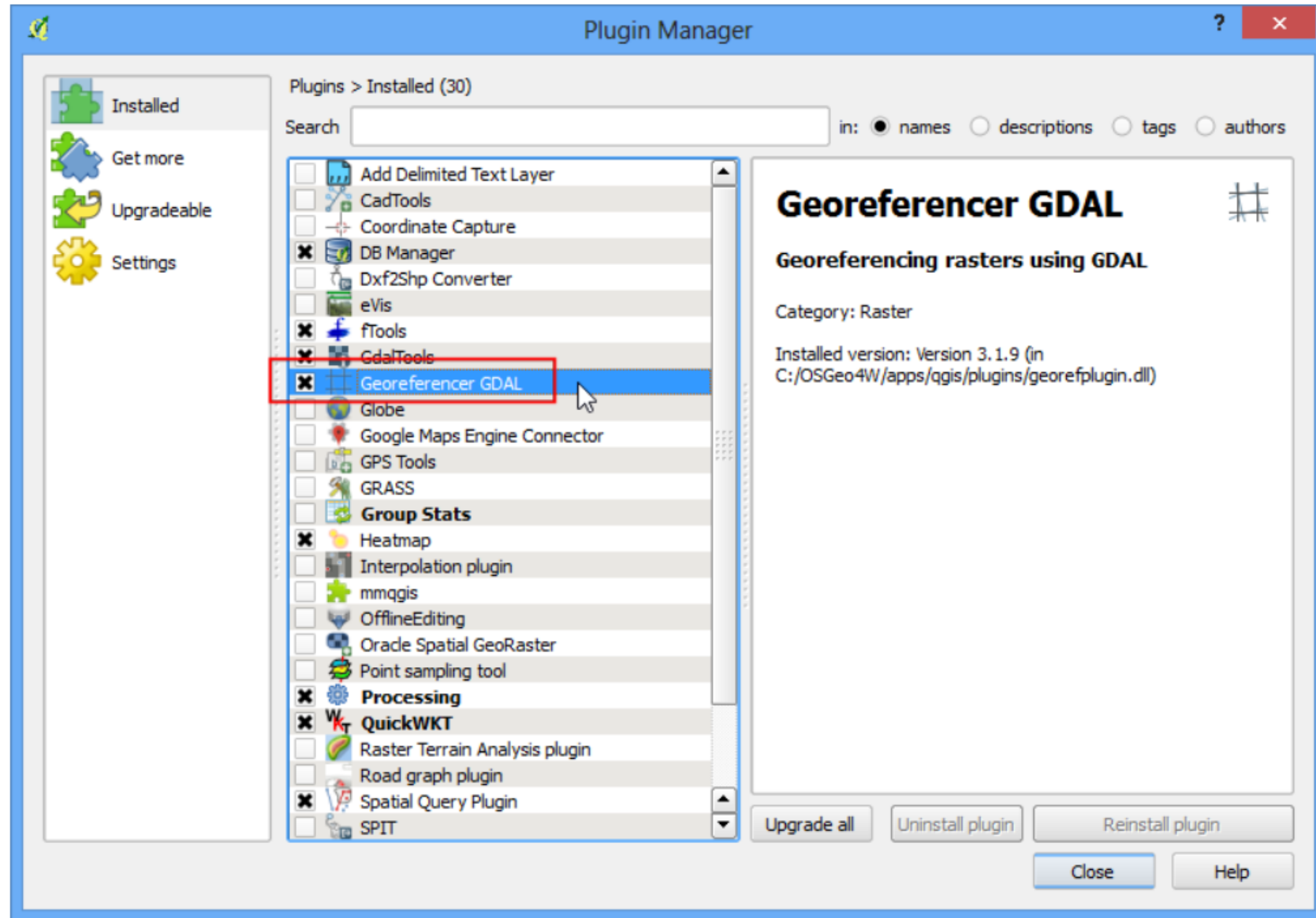
Molti progetti in **ambito GIS** richiedono la *georeferenziazione* di dati di tipo raster. Con il termine georeferenziazione ci si riferisce al processo mediante il quale si assegnano delle coordinate del mondo reale a ciascun pixel del raster. Molte volte queste coordinate si ottengono facendo ricerche sul campo - raccogliendo con dispositivi GPS le coordinate di alcune geometrie facilmente identificabili nell'immagine o nelle carte. In determinati casi, per esempio quando state cercando di trattare carte digitalizzate con lo scanner, potete ottenere le coordinate dalle indicazioni della mappa stessa. Usando queste semplici coordinate o GCPs (Ground Control Points) l'immagine viene deformata e adeguata al sistema di coordinate che abbiamo scelto.

# PROCEDIMENTO

Georeferenziare in QGIS significa in molti casi utilizzare il plugin ‘**Georeferencer GDAL**’.

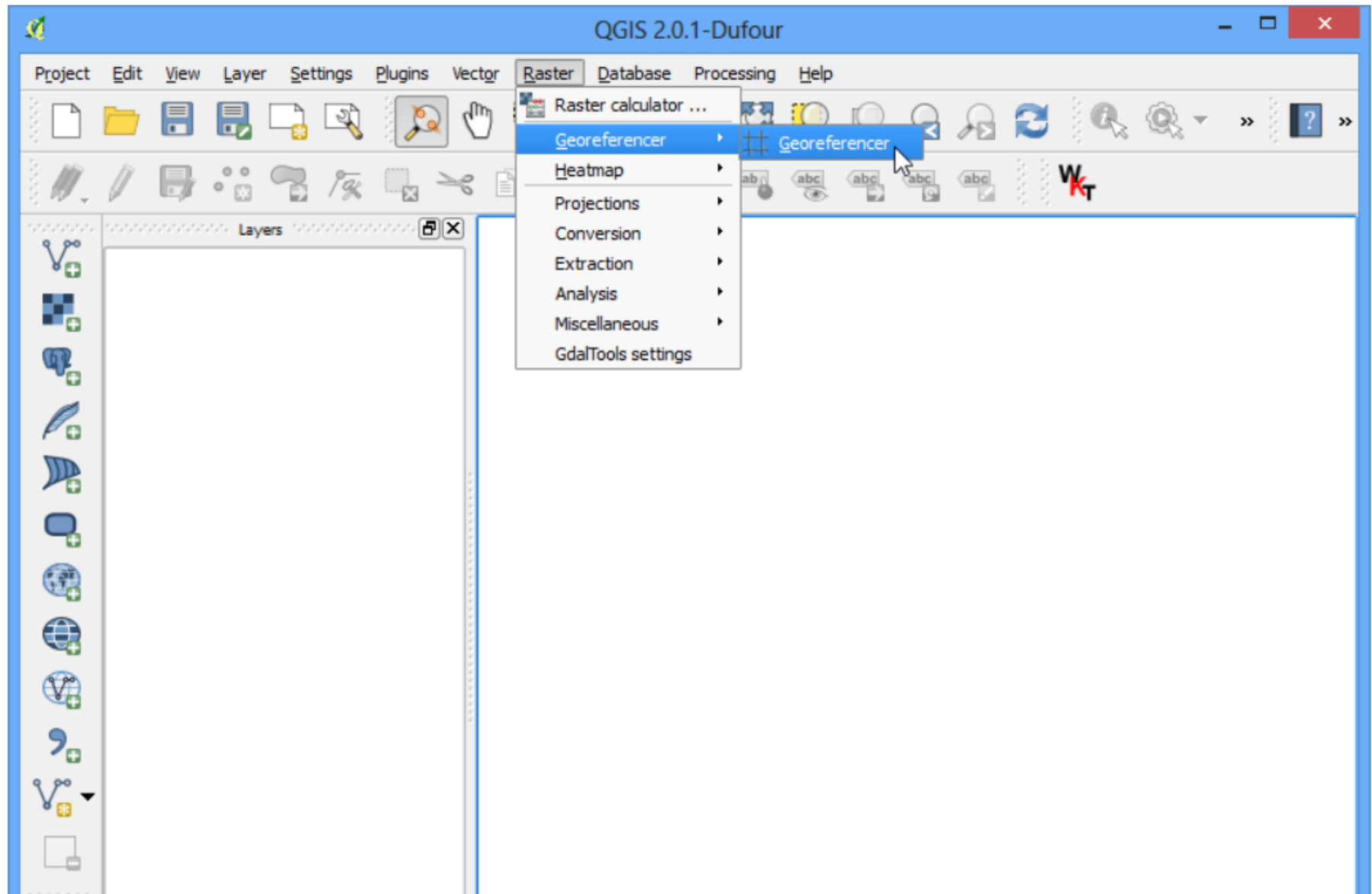
Si tratta di un plugin interno, cioè già residente nella vostra installazione. Dovete soltanto attivarlo.

Andate sul menu **Plugins** ▶ **Gestisci e Installa Plugins** e attivate il plugin Georeferenziatore Raster GDAL nella scheda Installato . Per una descrizione accurata del funzionamento dei plugin andate sulla pagina [\*Usare i Plugins\*](#).



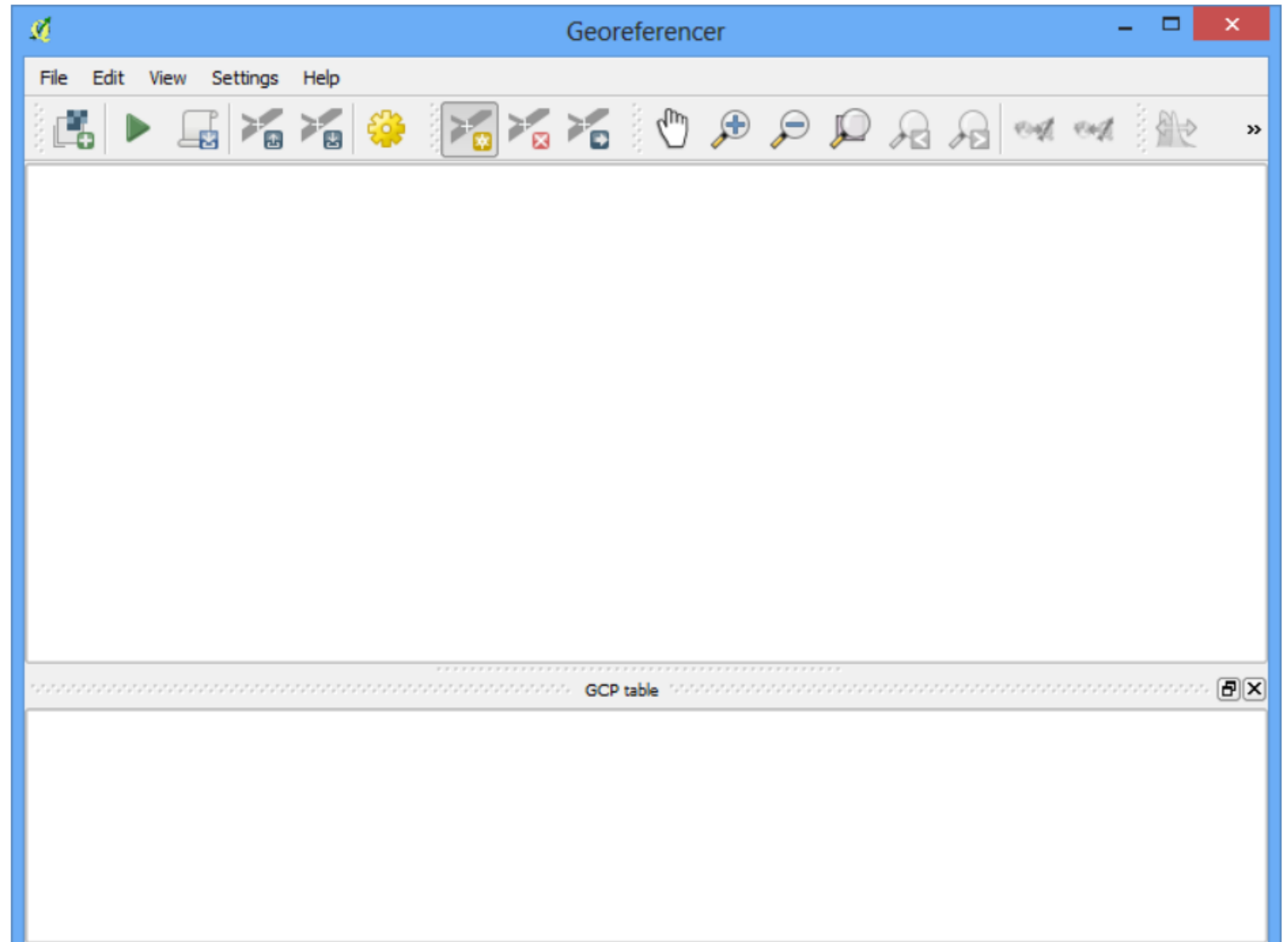
# PROCEDIMENTO

2. Il plugin è ora installato nel menu Raster. Fate click su Raster > Georeferencer > Georeferencer per aprire il plugin.



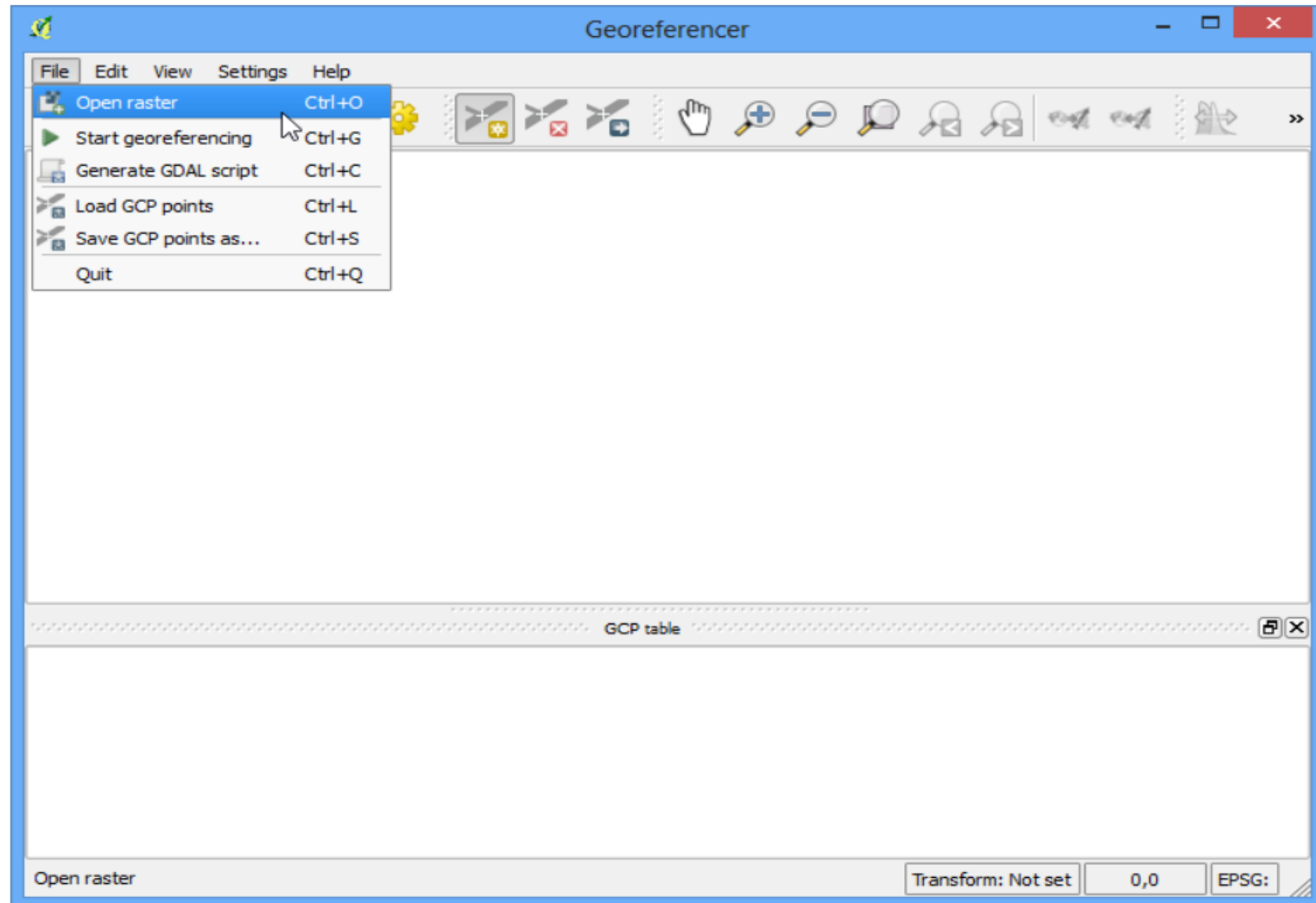
# PROCEDIMENTO

3. La finestra del plugin è suddivisa in 2 sezioni. La sezione in alto, quella dove il raster verrà visualizzato e quella in basso, dove verrà visualizzata una scheda con il vostro GCP. Che potrebbe essere tradotto in italiano con "Punto di Controllo al Suolo". N.d.T.



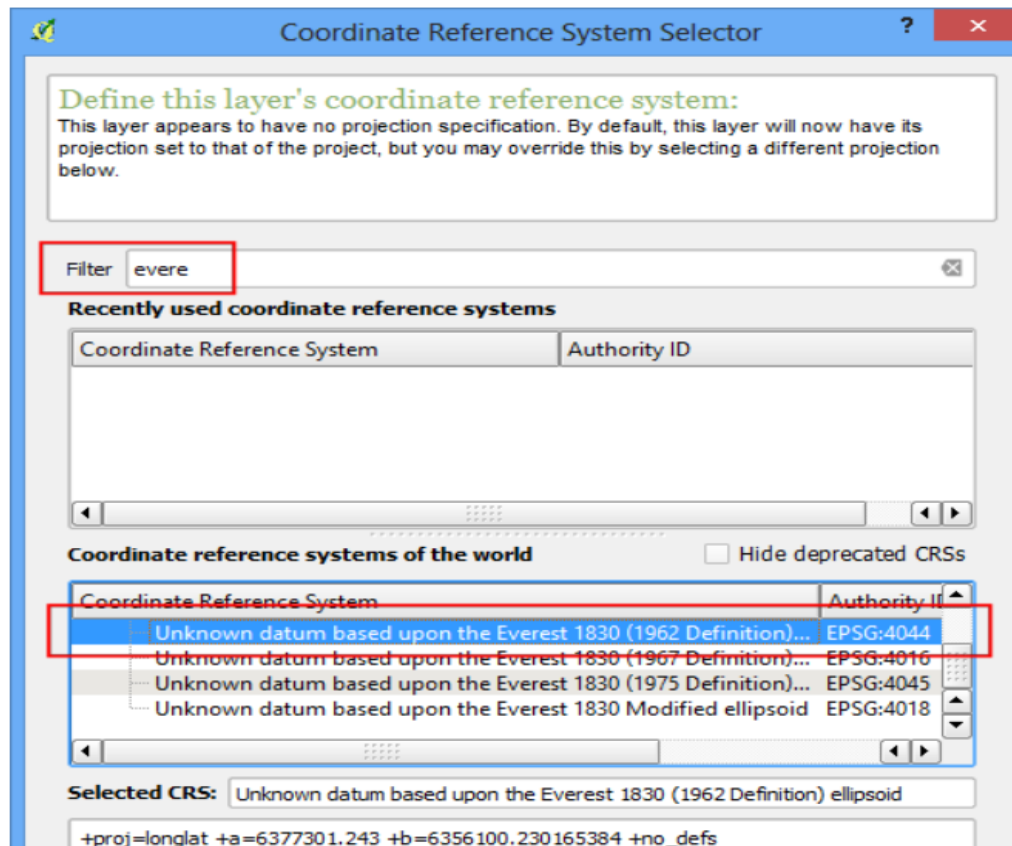
# PROCEDIMENTO

4. Ora apriremo la nostra immagine JPG. Andate su File > Apri Raster. Individuate l'immagine della carta geografica che avete appena salvato e fate click su Apri.



# PROCEDIMENTO

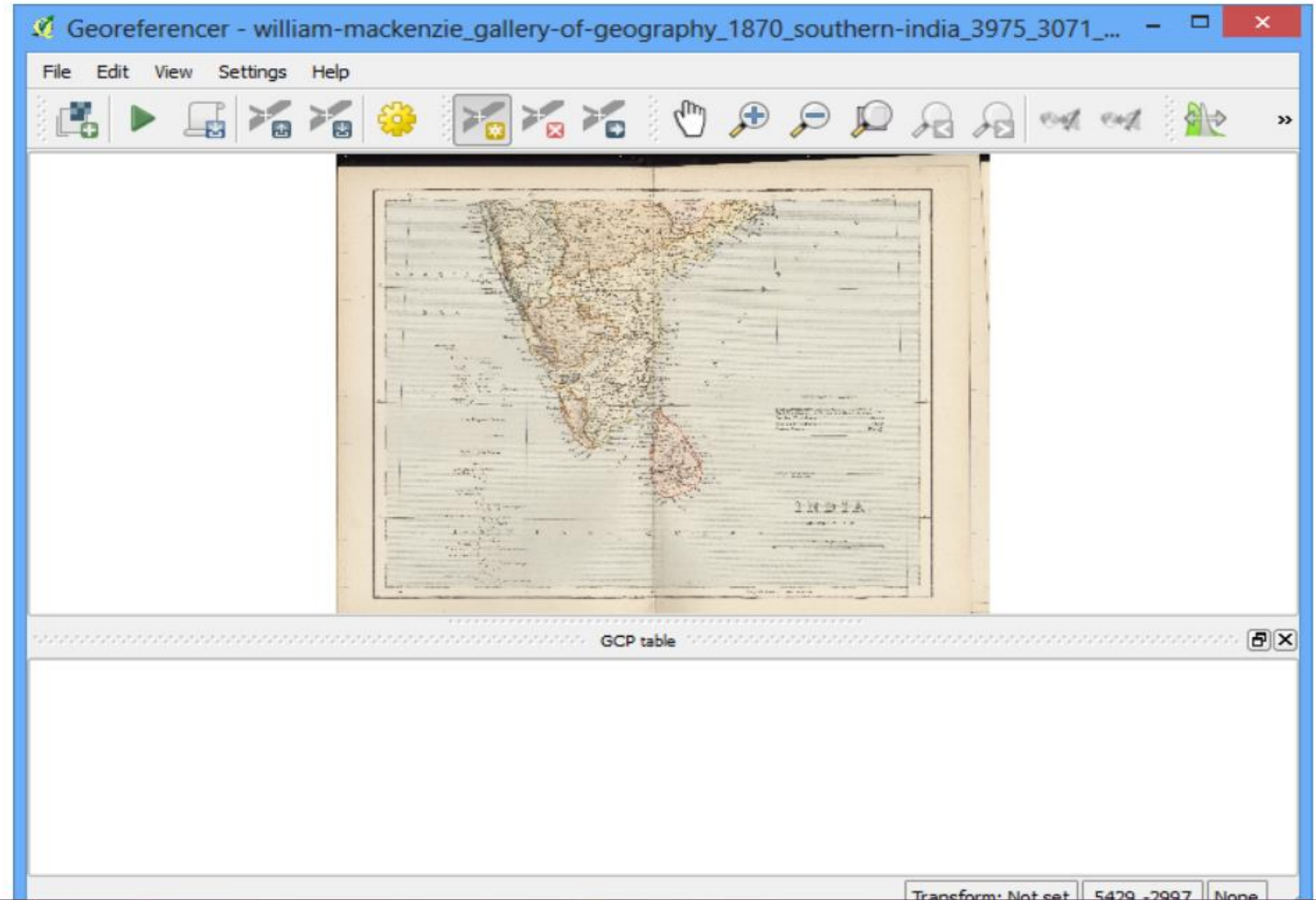
5. Nella schermata successiva vi verrà chiesto di scegliere il sistema di riferimento delle coordinate (SR). Si tratta di specificare la proiezione e il datum dei vostri punti di controllo. Qualora aveste raccolto i vostri punti usando un dispositivo GPS, sarebbe stato necessario usare un CRS WGS84. Visto che invece state geo-referenziando una carta geografica digitalizzata allo scanner, potete individuare il sistema di riferimento cercandolo nella mappa stessa. Esaminando la nostra immagine vediamo intanto che le coordinate sono in Latitudine/Longitudine. Non sono fornite informazioni specifiche riguardo il datum e dunque toccherà a noi individuarne uno adeguato. Visto che si tratta dell'India e che la mappa è piuttosto antica, possiamo ipotizzare che il datum Everest 1830 sia quello che fa al caso nostro.





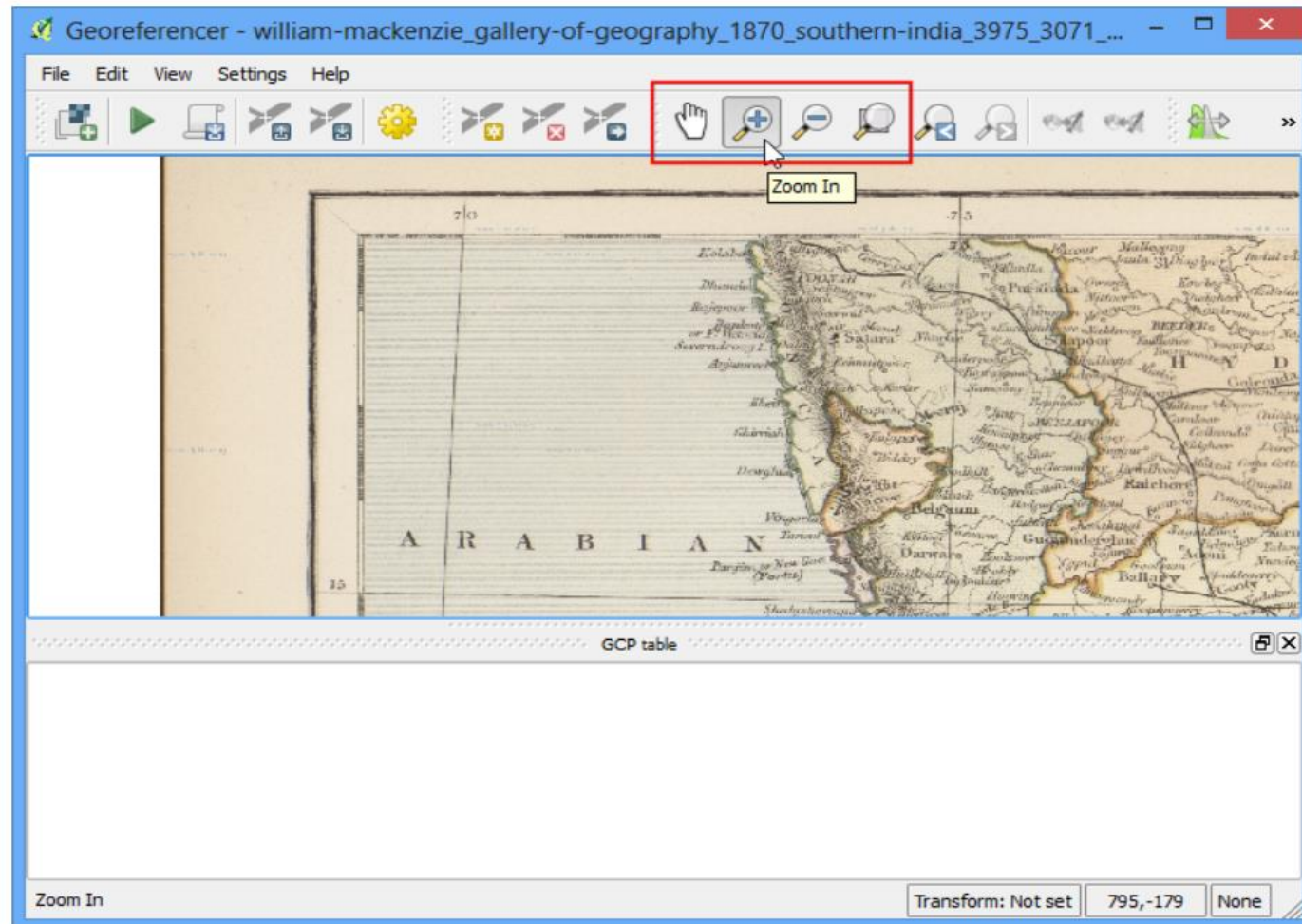
# PROCEDIMENTO

6. A questo punto vedrete l'immagine caricata nella sezione in alto.



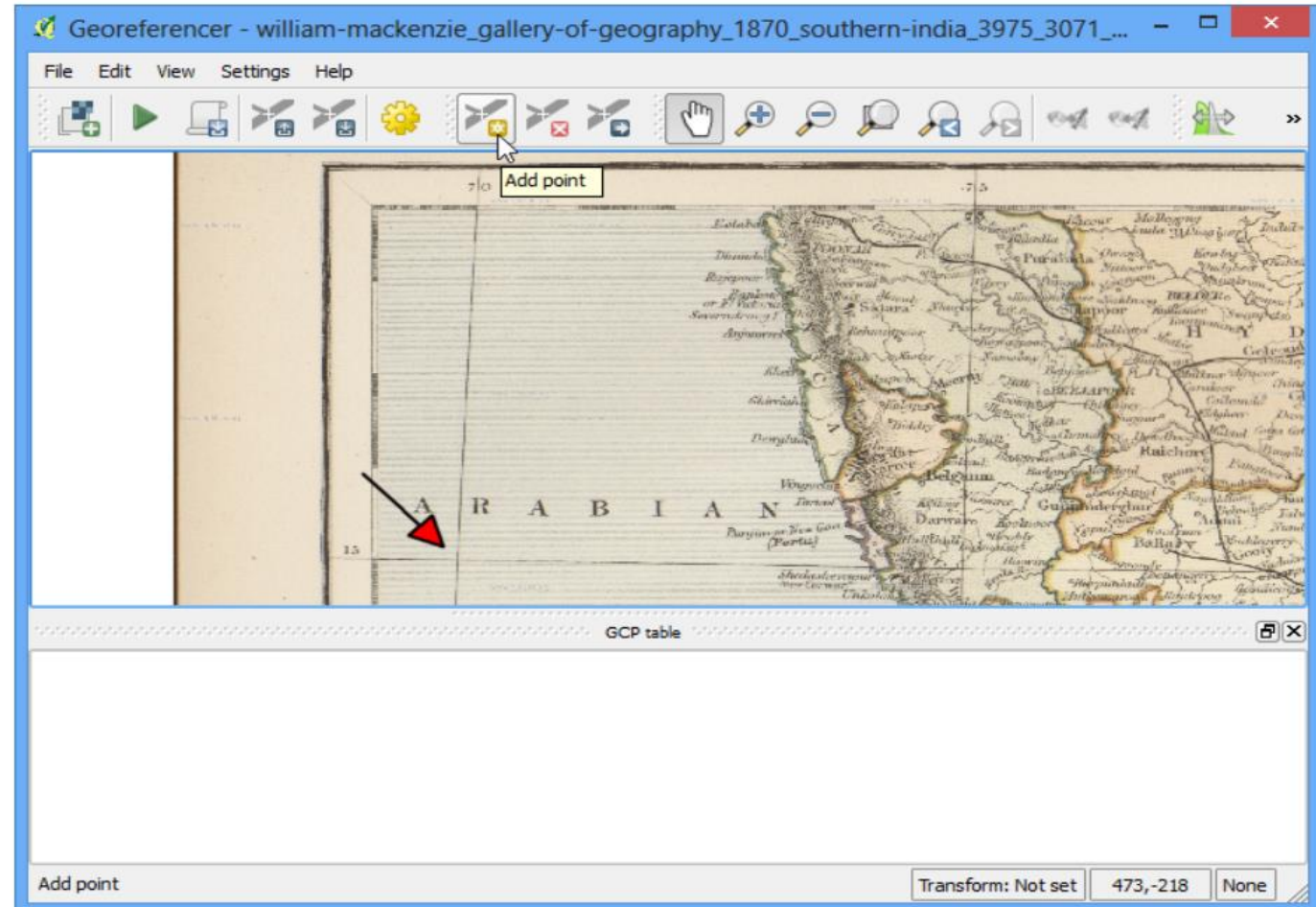
# PROCEDIMENTO

7. Potete utilizzare lo strumento zoom (ingrandisci) e lo strumento pan (sposta) nella barra degli strumenti per esplorare meglio la carta.



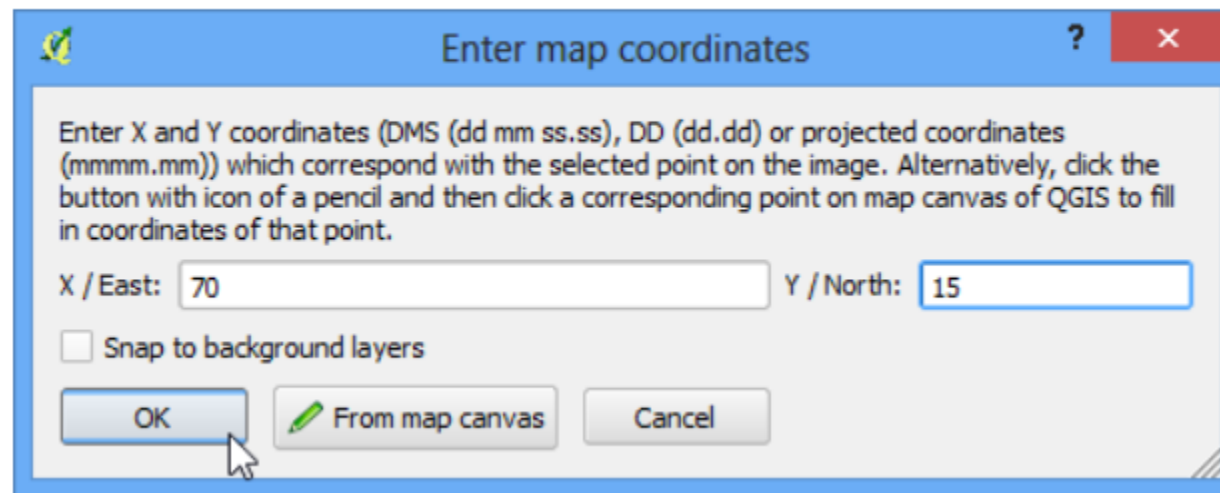
# PROCEDIMENTO

- Adesso dobbiamo assegnare le coordinate ad alcuni punti di questa mappa. Se ingrandite a sufficienza potrete vedere le coordinate della griglia con i relativi contrassegni. Usando la griglia potete determinare le coordinate X e Y nei punti in cui la griglia fa un'intersezione. Fate click su Aggiungi punto nella barra degli strumenti.



# PROCEDIMENTO

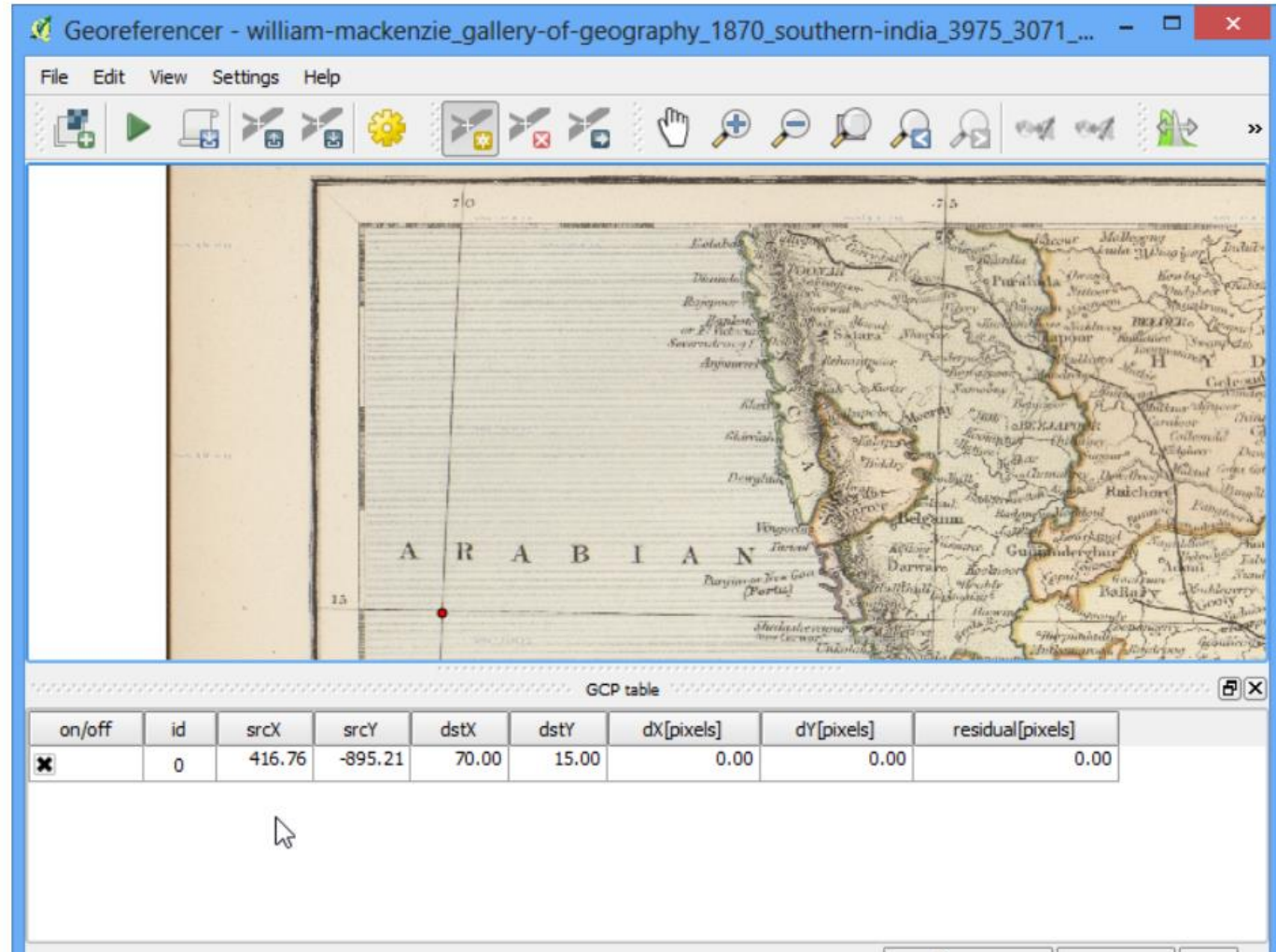
9. Nella finestra di pop-up aggiungete le coordinate ricordando che X = longitudine e Y = latitudine. Fate click su OK.





# PROCEDIMENTO

10. Noterete adesso che la tabella GCP ha una riga con i dettagli del vostro primo GCP.

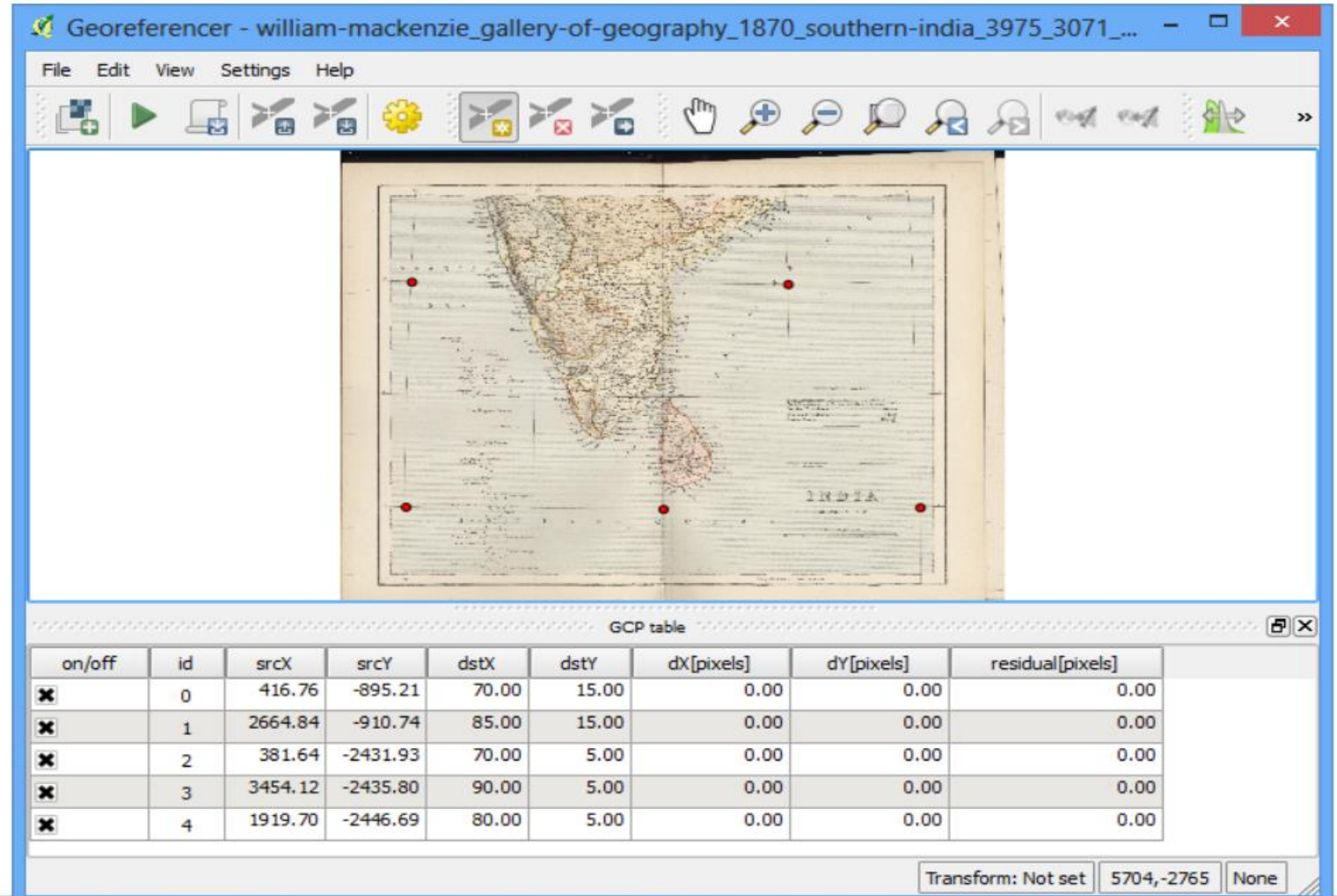


The screenshot shows the Georeferencer application window. The title bar reads "Georeferencer - william-mackenzie\_gallery-of-geography\_1870\_southern-india\_3975\_3071\_...". The interface includes a menu bar (File, Edit, View, Settings, Help) and a toolbar with various navigation and tool icons. The main area displays a historical map of the Arabian Peninsula with a red dot marking a Ground Control Point (GCP) at approximately 15°N, 70°E. Below the map is a "GCP table" window with the following data:

on/off	id	srcX	srcY	dstX	dstY	dX[pixels]	dY[pixels]	residual[pixels]
<input checked="" type="checkbox"/>	0	416.76	-895.21	70.00	15.00	0.00	0.00	0.00

# PROCEDIMENTO

11. In modo del tutto analogo aggiungete almeno 4 GCPs per coprire l'intera immagine. Tanto più numerosi saranno i punti di controllo al suolo che registrerete tanto più accurata sarà la riproiezione dell'immagine sul sistema di coordinate che abbiamo scelto.



Georeferencer - william-mackenzie\_gallery-of-geography\_1870\_southern-india\_3975\_3071\_...

File Edit View Settings Help

GCP table

on/off	id	srcX	srcY	dstX	dstY	dX[pixels]	dY[pixels]	residual[pixels]
<input checked="" type="checkbox"/>	0	416.76	-895.21	70.00	15.00	0.00	0.00	0.00
<input checked="" type="checkbox"/>	1	2664.84	-910.74	85.00	15.00	0.00	0.00	0.00
<input checked="" type="checkbox"/>	2	381.64	-2431.93	70.00	5.00	0.00	0.00	0.00
<input checked="" type="checkbox"/>	3	3454.12	-2435.80	90.00	5.00	0.00	0.00	0.00
<input checked="" type="checkbox"/>	4	1919.70	-2446.69	80.00	5.00	0.00	0.00	0.00

Transform: Not set 5704,-2765 None



# PROCEDIMENTO

12. Una volta che avete individuato un numero sufficiente di punti andate su Preferenze -> Impostazioni di Trasformazione.

Georeferencer - william-mackenzie\_gallery-of-geography\_1870\_southern-india\_3975\_3071\_...

File Edit View Settings Help

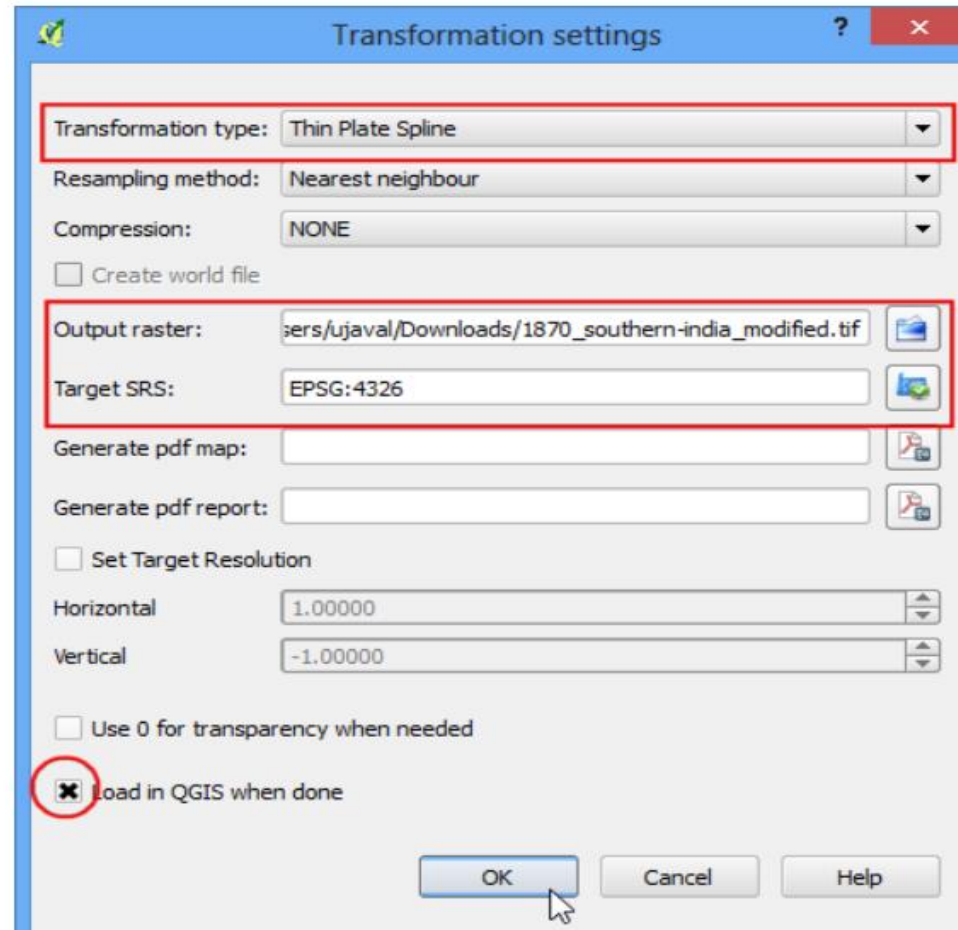
Transformation settings  
Raster properties  
Configure Georeferencer Ctrl+P

on/off	id	srcX	srcY	dstX	dstY	dX[pixels]	dY[pixels]	residual[pixels]
<input checked="" type="checkbox"/>	0	416.76	-895.21	70.00	15.00	0.00	0.00	0.00
<input checked="" type="checkbox"/>	1	2664.84	-910.74	85.00	15.00	0.00	0.00	0.00
<input checked="" type="checkbox"/>	2	381.64	-2431.93	70.00	5.00	0.00	0.00	0.00
<input checked="" type="checkbox"/>	3	3454.12	-2435.80	90.00	5.00	0.00	0.00	0.00
<input checked="" type="checkbox"/>	4	1919.70	-2446.69	80.00	5.00	0.00	0.00	0.00

Transformation settings Transform: Not set 976,0 None

# PROCEDIMENTO

13. Nella finestra di dialogo Impostazioni di trasformazione , scegliete nella casella Tipo di trasformazione il tipo Thin Plate Spline e poi chiamate il vostro raster in uscita con il nome di 1870\_southern\_india\_modified.tif. Scegliete EPSG:4326 come SR di destinazione in modo che l'immagine risultante sia collocata in un datum ampiamente compatibile. Assicuratevi che l'opzione Carica in QGIS una volta eseguito sia spuntata.



# PROCEDIMENTO

14. Tornate sulla finestra di georeferenziazione, andate su File > Inizia georeferenziazione. Questo darà inizio al processo di deformazione dell'immagine usando i punti di controllo al suolo e quindi alla creazione del raster che georeferenziazione che volevamo ottenere.

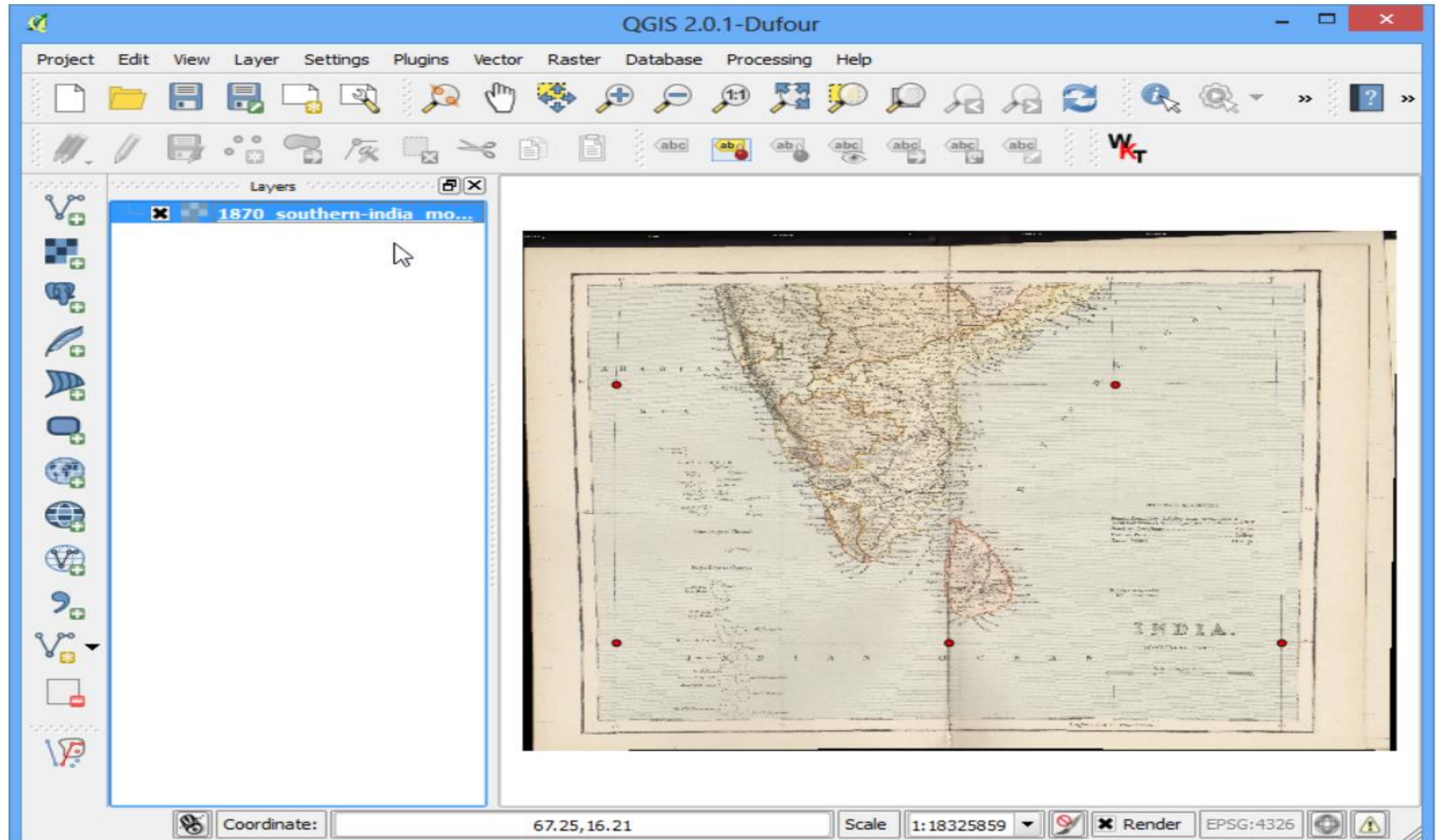
The screenshot shows the Georeferencer application window. The 'File' menu is open, highlighting 'Start georeferencing' (Ctrl+G). The main canvas displays a historical map of India with five red control points. Below the map is a 'GCP table' with the following data:

on/off	id	srcX	srcY	dstX	dstY	dX[pixels]	dY[pixels]	residual[pixels]
✘	0	416.76	-895.21	70.00	15.00	-0.00	0.00	0.00
✘	1	2664.84	-910.74	85.00	15.00	-0.00	0.00	0.00
✘	2	381.64	-2431.93	70.00	5.00	-0.00	0.00	0.00
✘	3	3454.12	-2435.80	90.00	5.00	-0.00	0.00	0.00
✘	4	1919.70	-2446.69	80.00	5.00	-0.00	0.00	0.00

The status bar at the bottom indicates 'Start georeferencing' and 'Transform: Thin plate spline (TPS) Mean error: 1.26822e-11 -1198,-21 None'.

# PROCEDIMENTO

15. Una volta che il processo è concluso vedrete il layer georeferenziato in QGIS.





# PROCEDIMENTO

16. La georeferenziazione a questo punto è stata completa. Ma, come sempre, è buona pratica verificare la bontà del nostro lavoro. Come possiamo verificare che la nostra georeferenziazione sia sufficientemente accurata? In questo caso, possiamo caricare i confini amministrativi del paese da una fonte certa come il dataset di Natural Earth e confrontare con essa i nostri risultati. Noterete che le due mappe si sovrappongono piuttosto bene. Ci sono alcuni errori che potrebbero essere ridotti prendendo un numero maggiore di punti di controllo, cambiando i parametri di trasformazione oppure provando con un diverso tipo di datum.

