

Allineamento di immagini cometary: esempio guidato

Di Emmanuele Sordini, v. 1.0 12 gennaio 2026

Introduzione

Questo documento è un esempio guidato dell'articolo disponibile al seguente link, dal quale può essere scaricato separatamente.

L'idea per ottenere la cometa ferma tra le stelle si basa sui seguenti principi:

- Rimuovere le stelle dalle immagini calibrate e allineate (sulle stelle), allineare le immagini sulla cometa ed elaborarle fino a ottenere un'immagine delinearizzata (L)RGB oppure OSC¹ contenente la sola cometa senza stelle;
- Sommare le immagini allineate sulle stelle per i tre canali R, G, B oppure OSC, fonderle, delinearizzarle, separarle dal residuo di cometa strisciata per ottenere un'immagine con le sole stelle;
- Come ultimo passo, fondere insieme le due immagini ottenute nei due passi precedenti, ottenendo così l'immagine finale contenente la cometa ferma tra le stelle di fondo.

Dando per scontata la familiarità del lettore con PixInsight, si tralasciano alcuni dettagli pratici e si suppone di partire da un insieme di immagini (L)RGB o OSC autoguidate sulle stelle, acquisite con tempi di posa abbastanza brevi da non causare mosso evidente nella cometa.

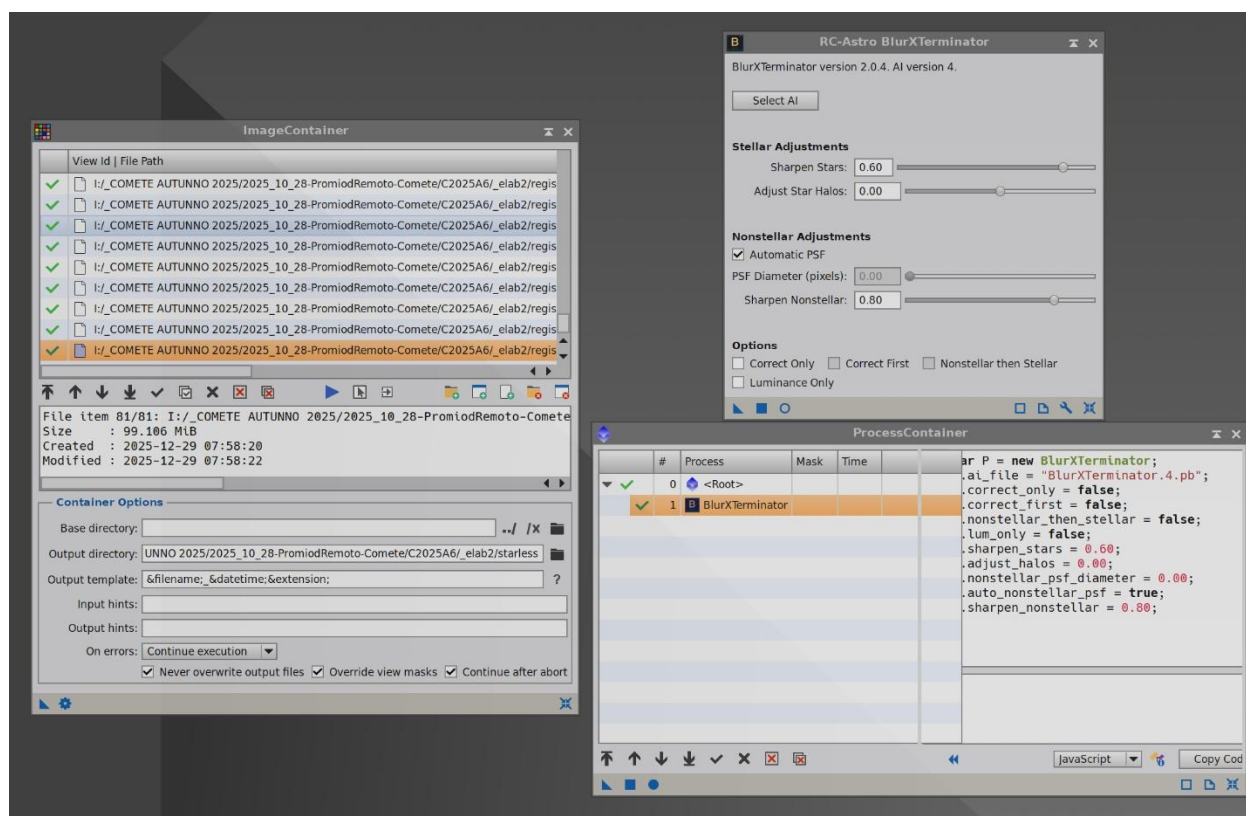
L'esempio di questo documento usa immagini della cometa C/2025 A6 (Lemmon) acquisite a fine ottobre 2025 dalla Valle d'Aosta, con un RC da 25 cm ridotto a 1400 mm, una camera CMOS Touptek 2600M e set di filtri Optolong. Data la bassa altezza della cometa sull'orizzonte e alcuni limiti del treno ottico, le immagini hanno difetti come gradienti e disuniformità nello sfondo, che però si riescono a dominare abbastanza bene.

Per camere OSC la procedura si semplifica, richiedendo solo i passi per l'elaborazione dei frame RGB senza la necessità di operare sul singolo canale.

¹ OSC = One-Shot Color, cioè camere con sensori a colori, incluse le fotocamere reflex e mirrorless.

Dettaglio della procedura

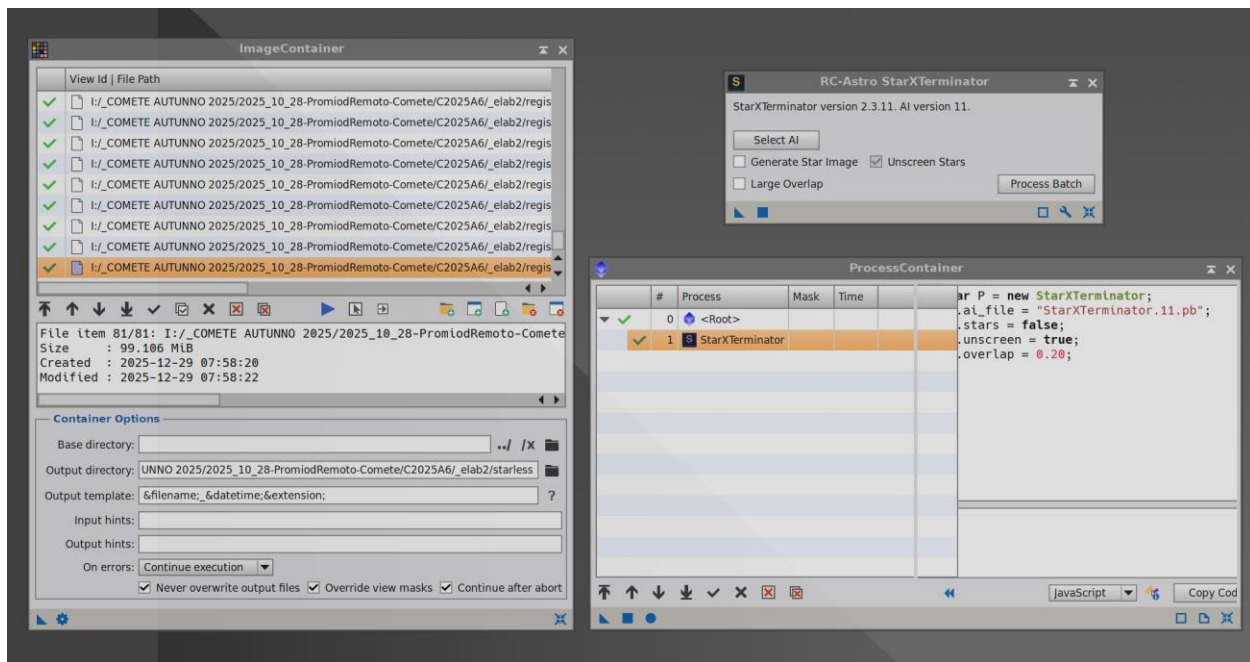
1. Come prima cosa, prendiamo le immagini (ancora lineari) e le allineiamo tutte insieme (tutti i canali) con StarAlignment. Questo passo è normalmente effettuato in automatico da WBPP².
2. **Opzionalmente**, possiamo aumentare il contrasto delle immagini con BlurXterminator (opzioni di default) e ProcessContainer:



3. Successivamente, rimuoviamo le stelle da tutte le immagini (tutti i canali) con StarXterminator e ProcessContainer. L'opzione "Generate Star Image" è **deselezionata**³.

² Weighted Batch Pre-Processing

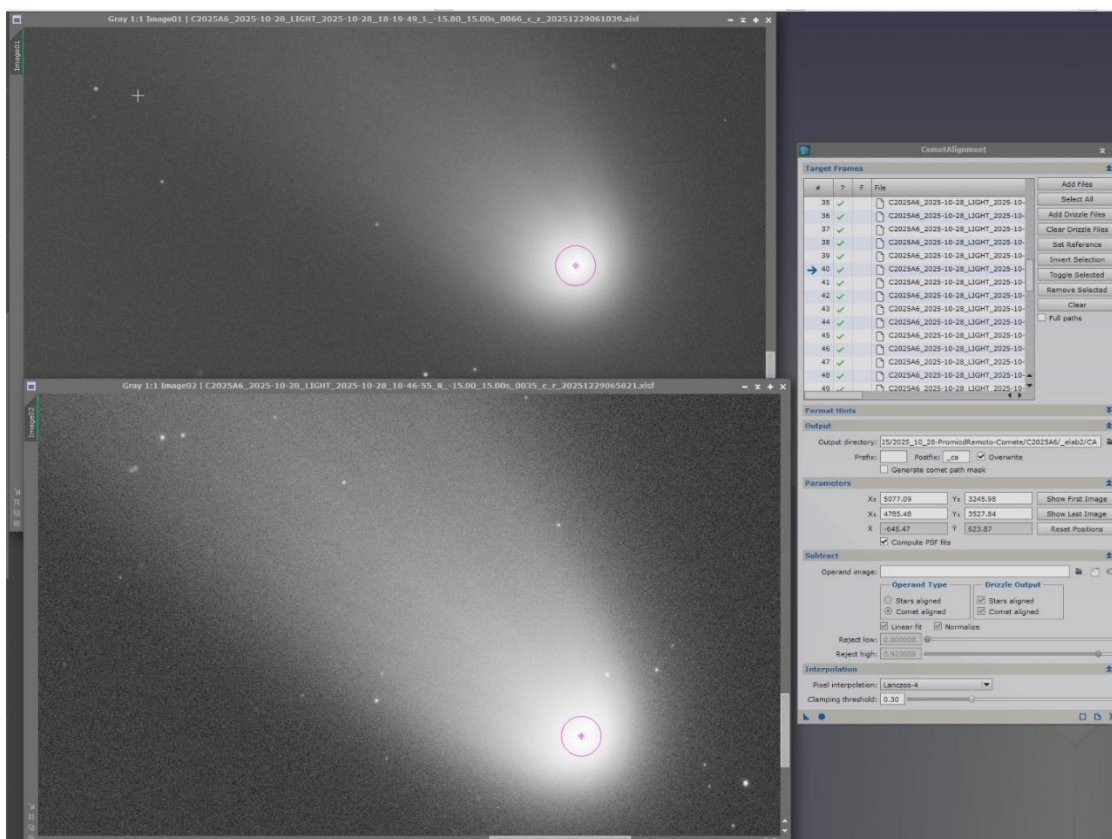
³ Ora ci serve solo rimuovere le stelle, poiché esse verranno elaborate separatamente più avanti.



Elaborazione della sola cometa

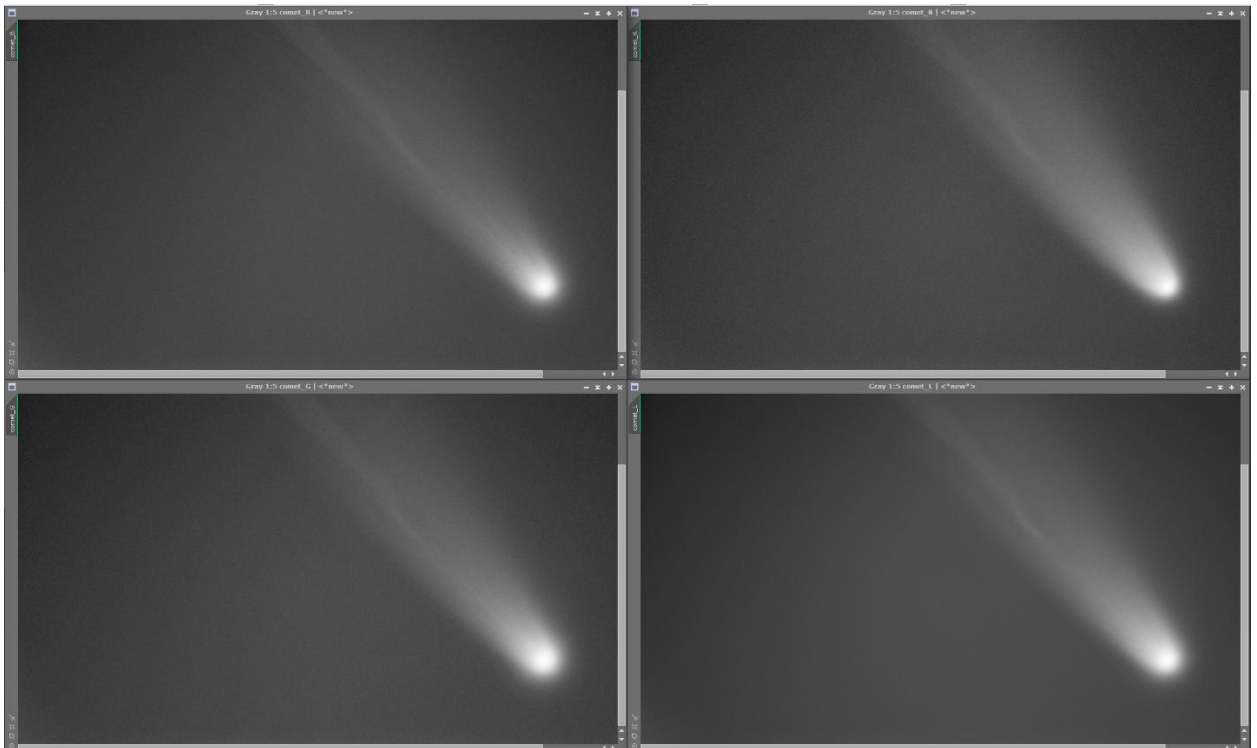
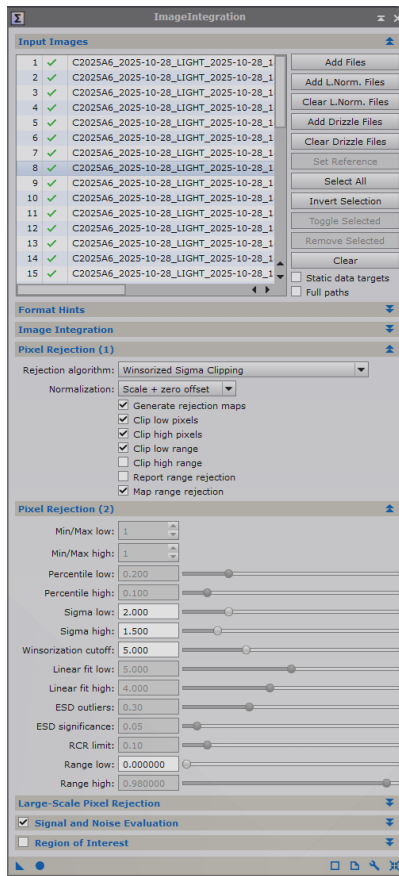
4. Allineiamo tutte le immagini senza stelle tramite CometAlignment, scegliendo la posizione della cometa nelle immagini di inizio e fine e impostando come riferimento per l'allineamento un frame a circa metà della sequenza⁴.

⁴ Nell'esempio sono 81, scegliamo quella con indice 40 come riferimento per l'allineamento.

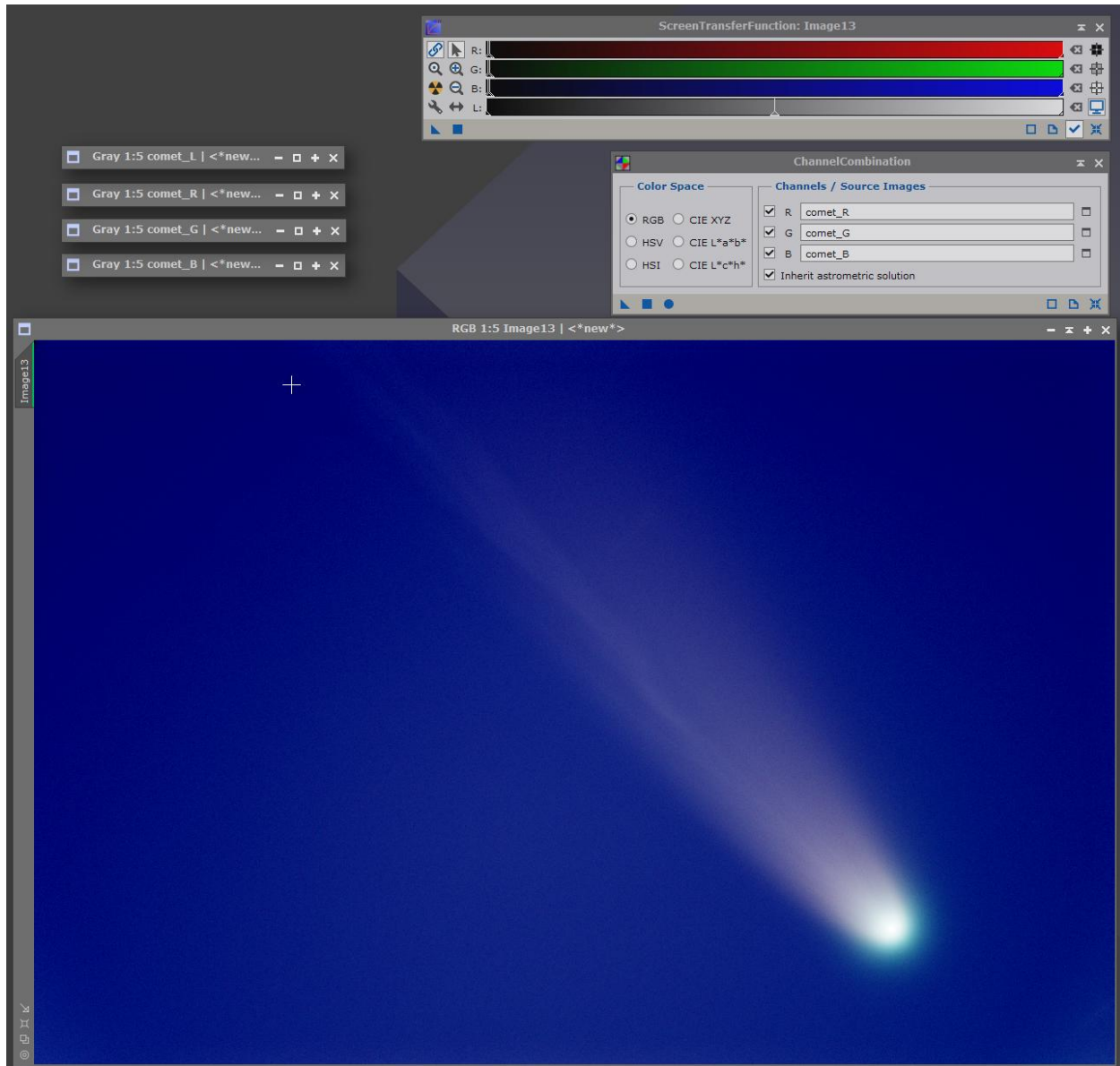


5. Se è stata usata una camera mono, per ogni canale le sommiamo i frame separatamente con ImageIntegration. Impostazioni: Winsorized Sigma Clipping, Sigma High = 2 , Sigma Low = 1.5⁵. Alla fine otteniamo i tre o quattro canali sommati separatamente:

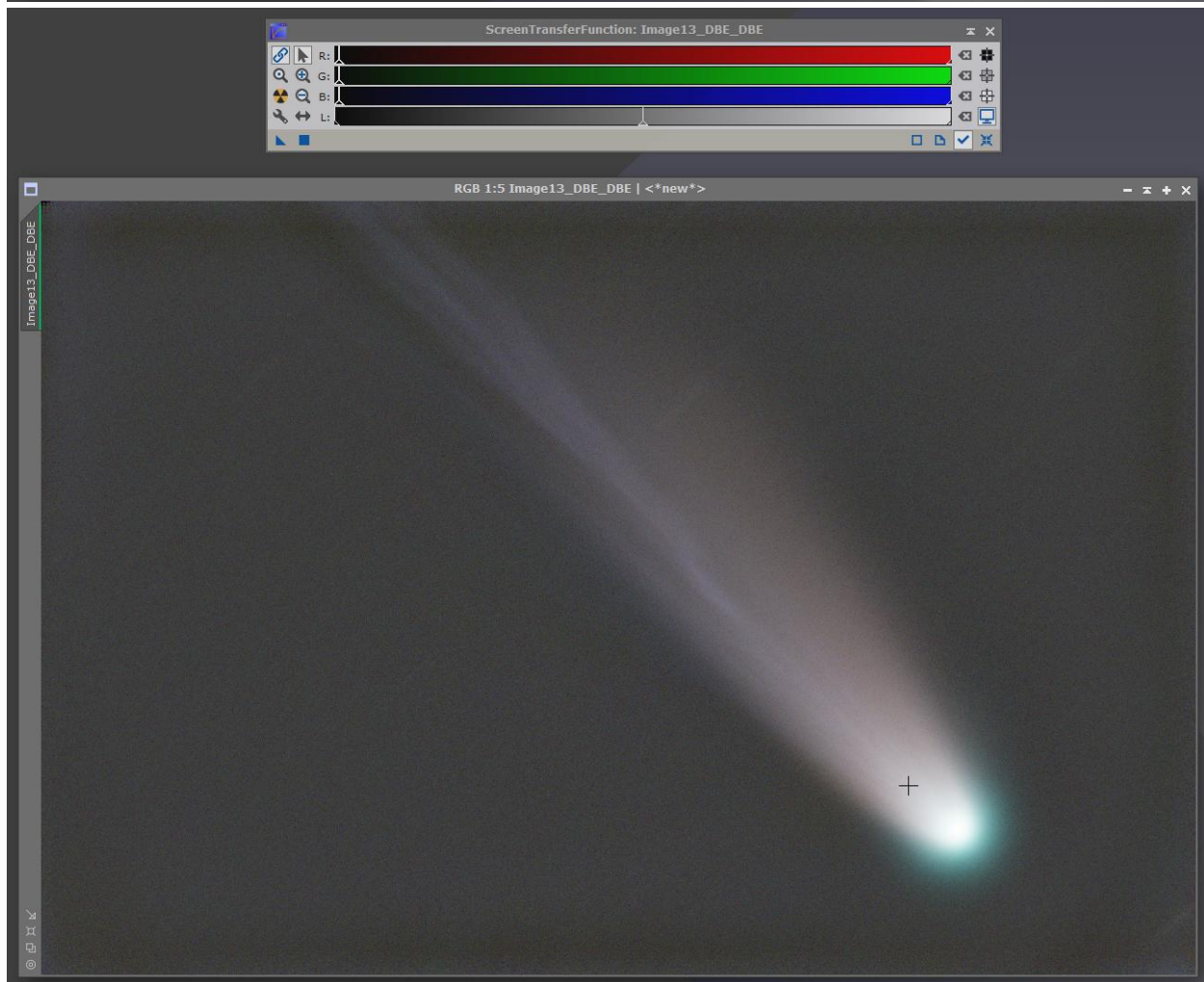
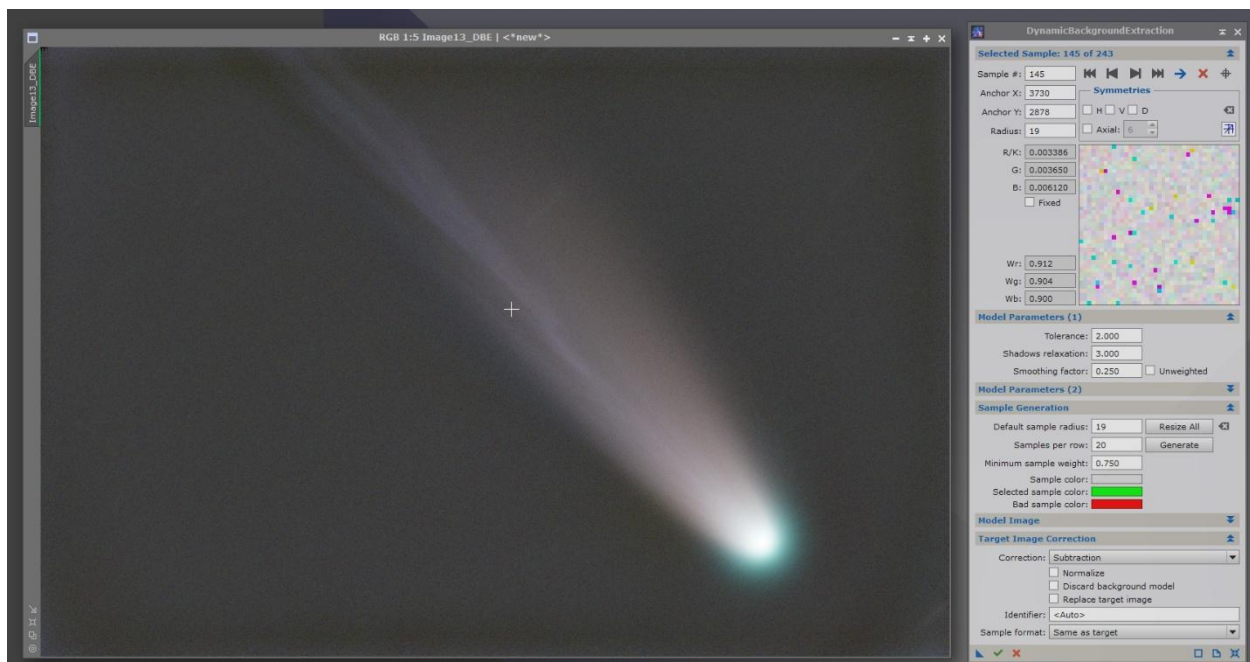
⁵ La ragione per questi valori dei parametri (molto inferiori al default) è di operare una pixel rejection selettiva per pulire il più possibile il fondo cielo da residui di tracce di stelle. Winsorized Sigma Clipping è consigliato con almeno 10 o 15 frame. Se il numero è inferiore se ne consigliano altri come Percentile Clipping, sempre scegliendo valori inferiori rispetto al default per aumentare la selettività.



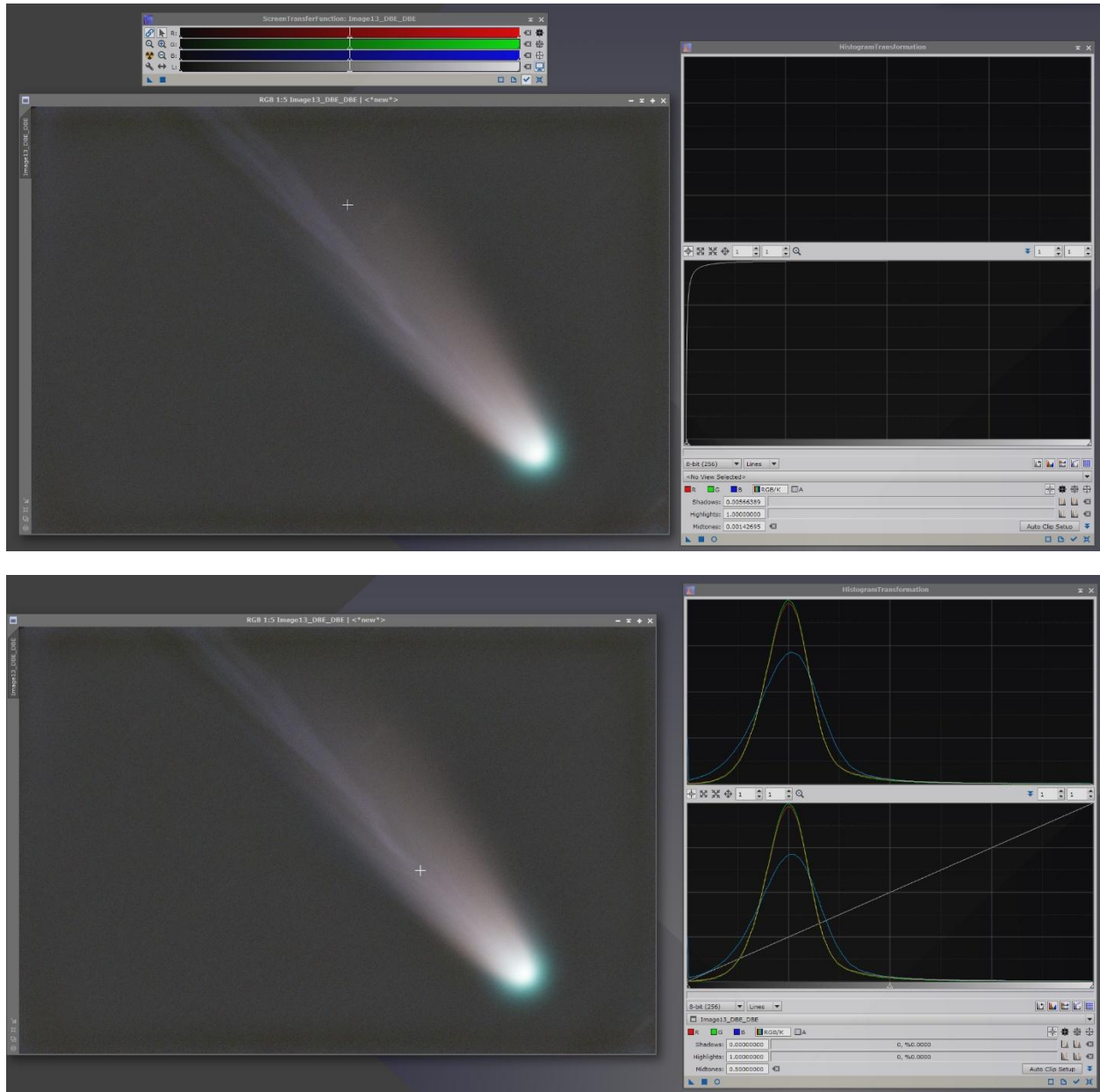
6. Prendiamo i tre canali R, G e B della sola cometa e uniamoli con ChannelCombination. Otterremo quasi sicuramente un'immagine con il fondo cielo sballato, che è difficile da bilanciare correttamente a causa della mancanza delle stelle. Questo problema può essere risolto con BackgroundNeutralization oppure DBE, che oltre a togliere i gradienti riesce sovente a rendere neutro lo sfondo:



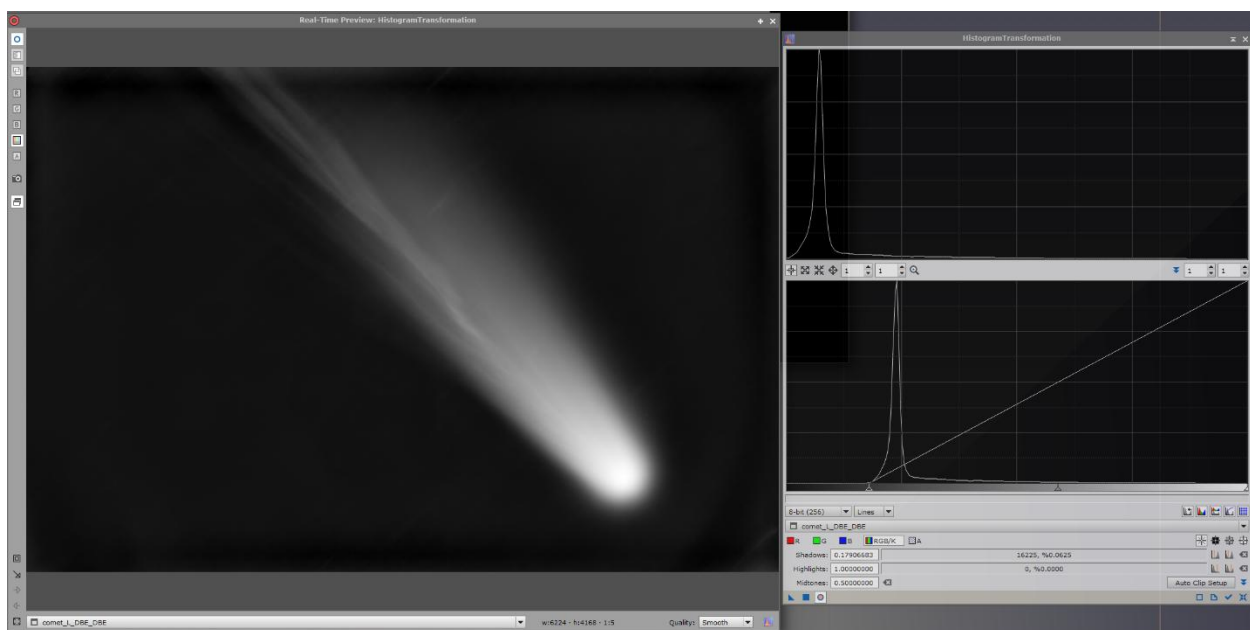
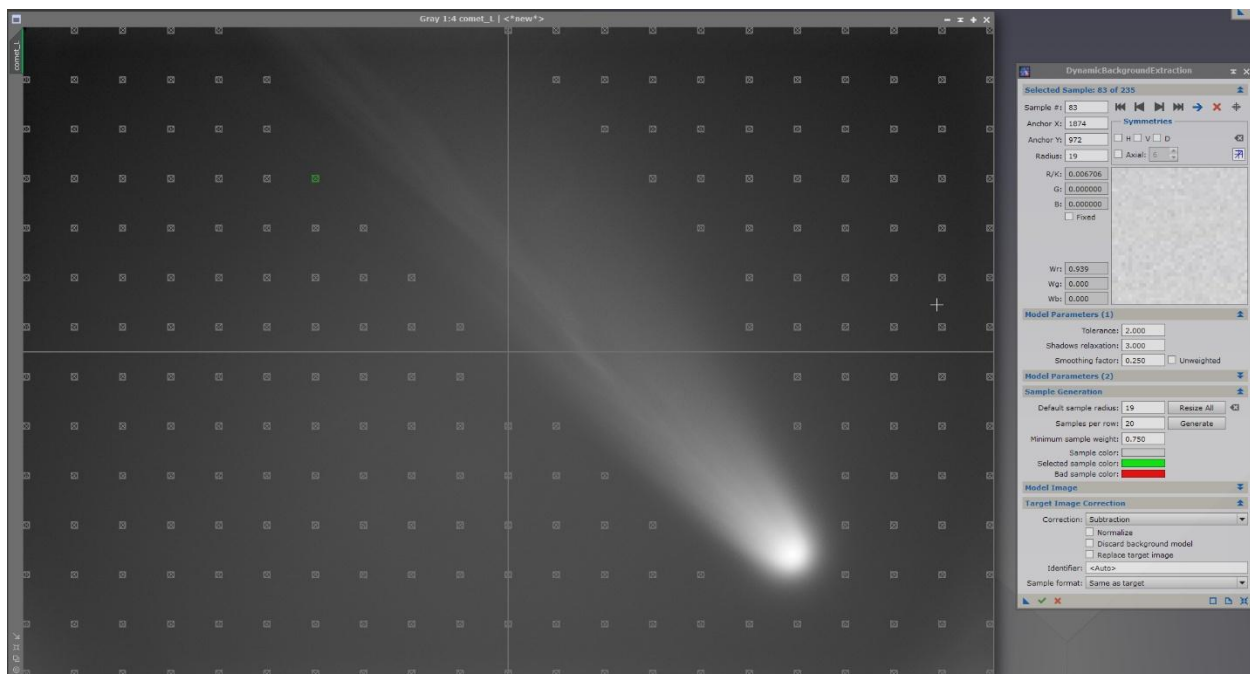
7. A seconda delle caratteristiche del fondo cielo, potrebbero rendersi necessarie anche due o più iterazioni di DBE (durante le quali, ovviamente, i “campioni” per rilevare il gradiente **non** devono coprire la cometa). Il risultato è in generale di buona qualità (in questa fase l'immagine è ancora lineare):



8. Ora si opera uno **stretching non lineare** sull'immagine della sola cometa tramite HistogramTransformation (HT): dell'entità dello stretching parliamo in dettaglio al punto 10.

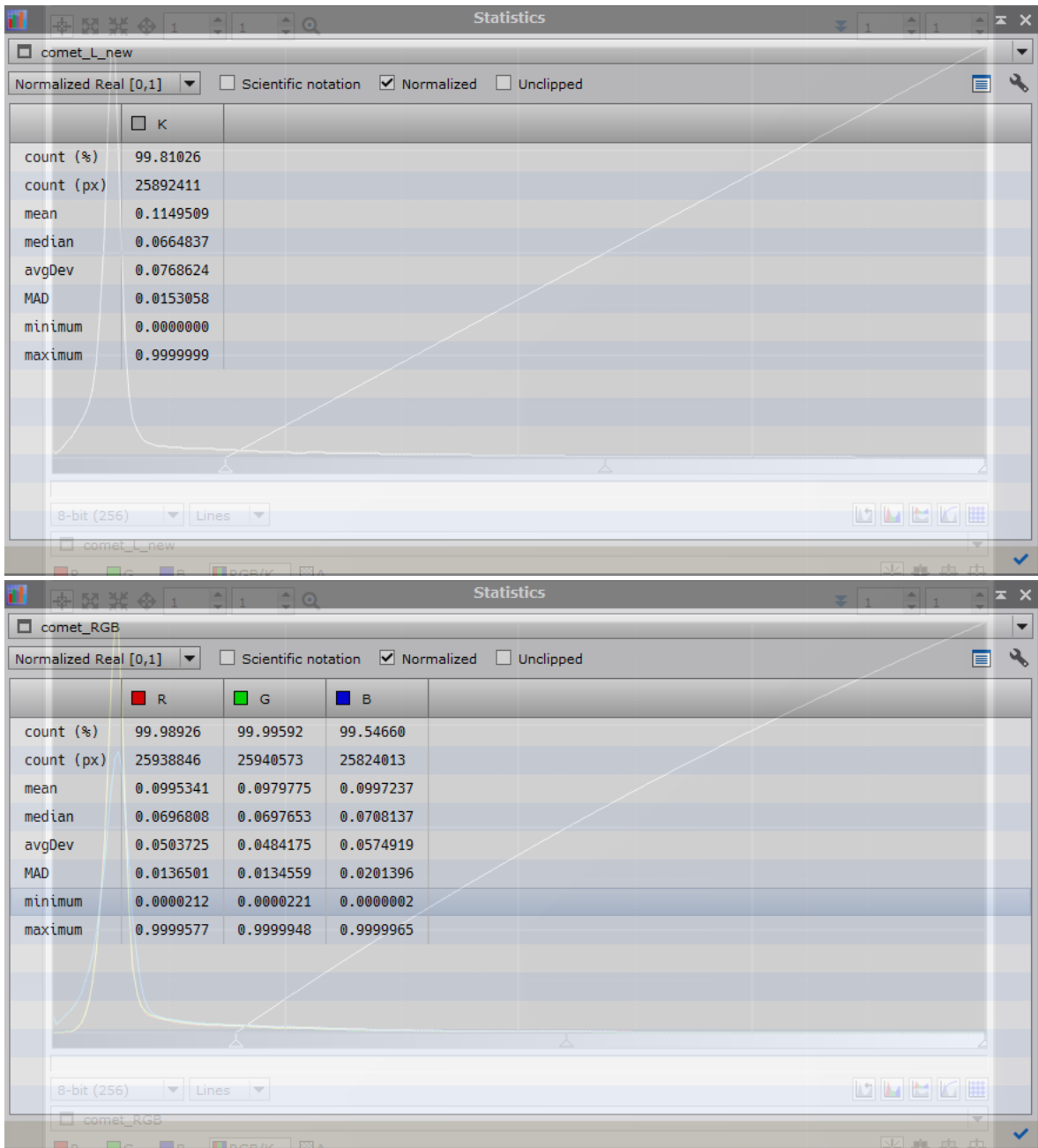


9. Se si è ripreso anche il canale L, lo si elabora in modo simile all'immagine RGB prima con DBE e poi si esegue stretching non lineare con HT:



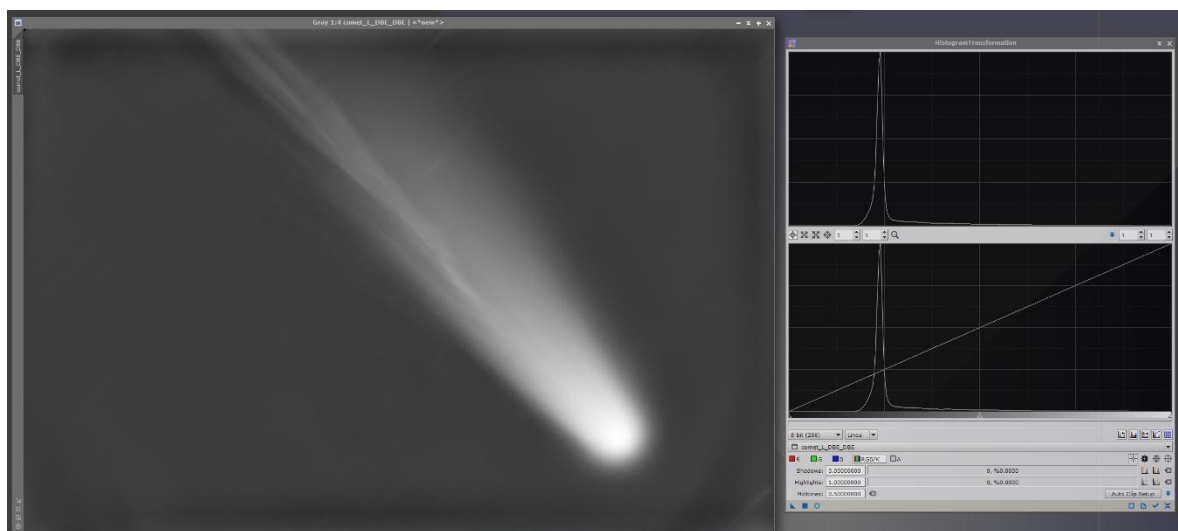
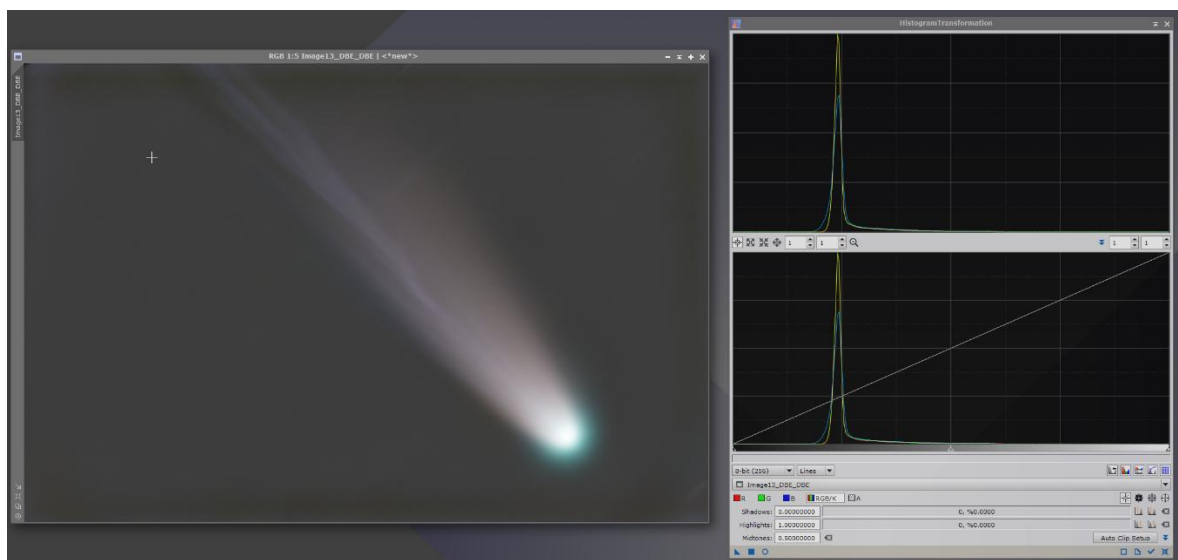
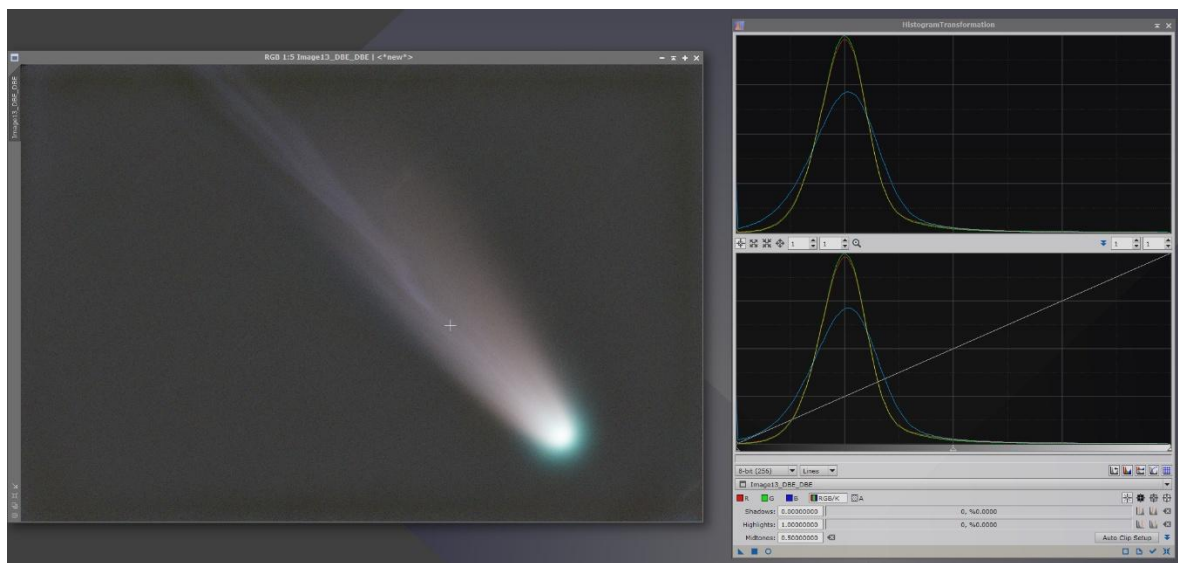
Purtroppo le tracce delle stelle che sono rimaste nella coda della cometa sono quasi impossibili da eliminare.

10. L'entità dello stretching con HistogramTransformation deve essere tale da ottenere valori di fondo cielo simili (**median**) per il canale L e i tre canali dell'immagine RGB, verificabili tramite Statistics (nelle figure sotto, compresi tra 0.066 e 0.71). Inoltre, si deve fare molta attenzione a non saturare la cometa.

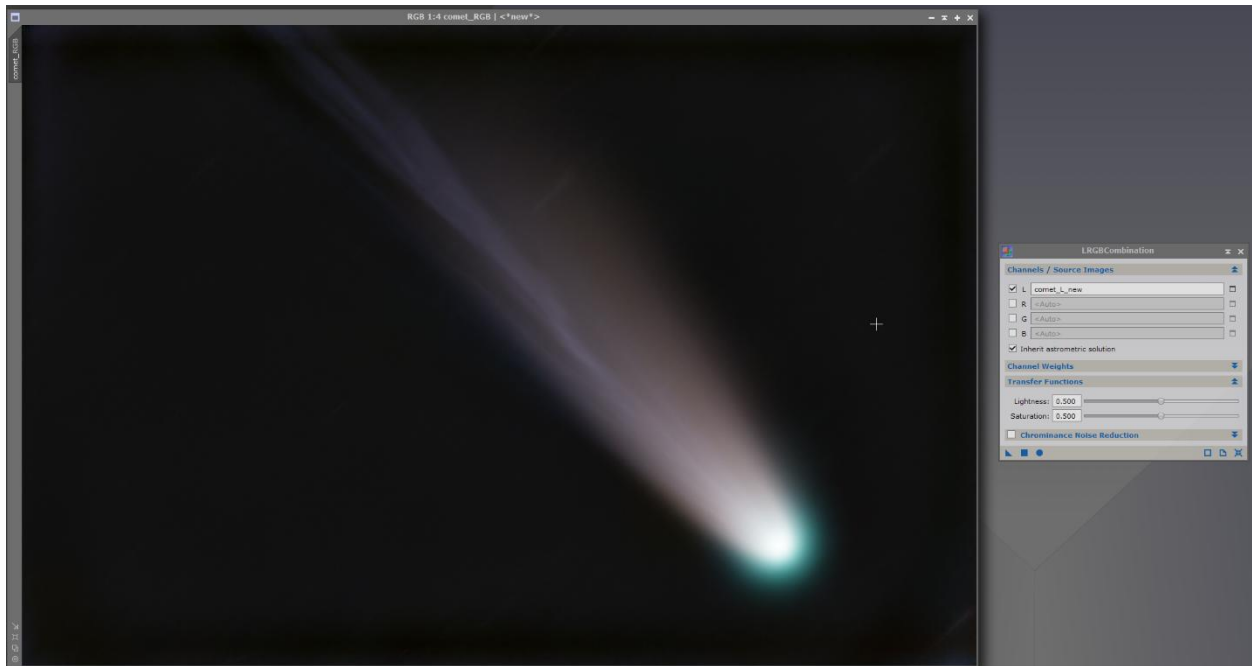


11. Dopo la delinearizzazione, le due immagini L e RGB della sola cometa possono essere fuse insieme per produrre l'immagine LRGB. Prima, però, per pulire ulteriormente le due immagini da eventuali tracce residue di stelle, le si può sottoporre a una passata di NoiseXterminator + CloneStamp. Questa operazione, come si vede dall'istogramma nelle figure sotto, ha il vantaggio di rendere il fondo cielo molto più regolare e "uniforme"⁶.

⁶ Nelle immagini trattate con NoiseXterminator, l'istogramma mostra un picco molto più stretto, grazie al minore rumore.

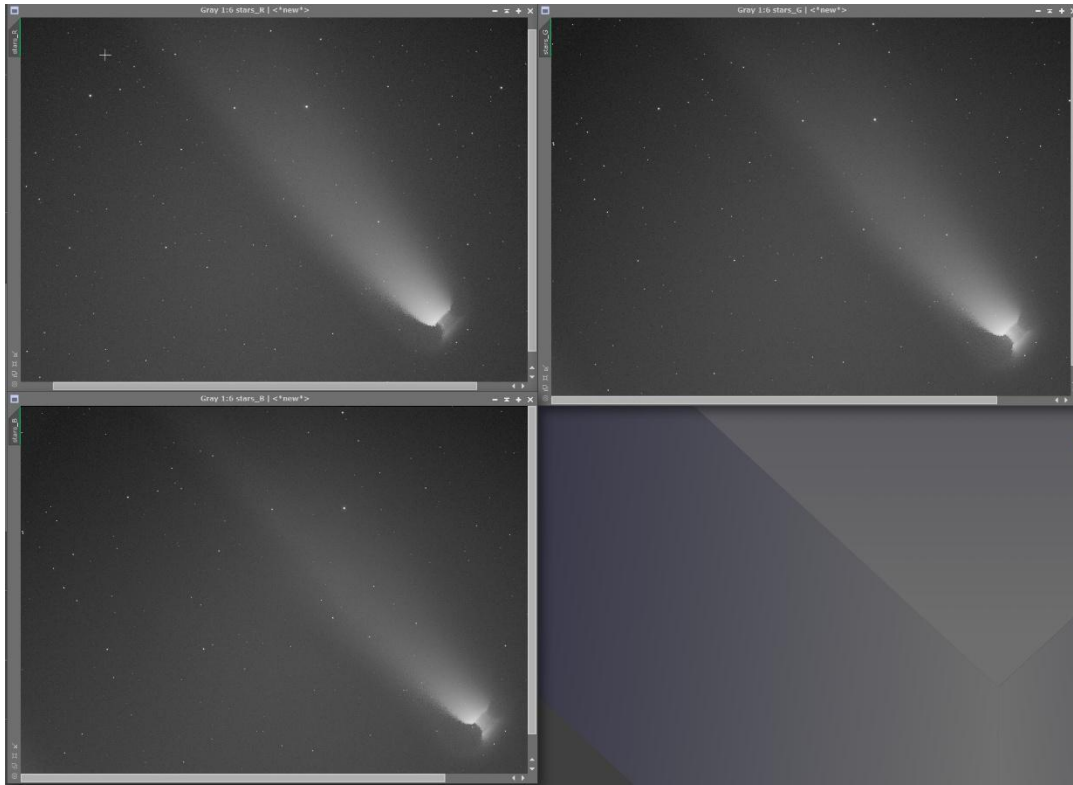


12. A questo punto si fondono le due immagini L e RGB tramite LRGBCombination, ottenendo l'immagine LRGB della sola cometa:

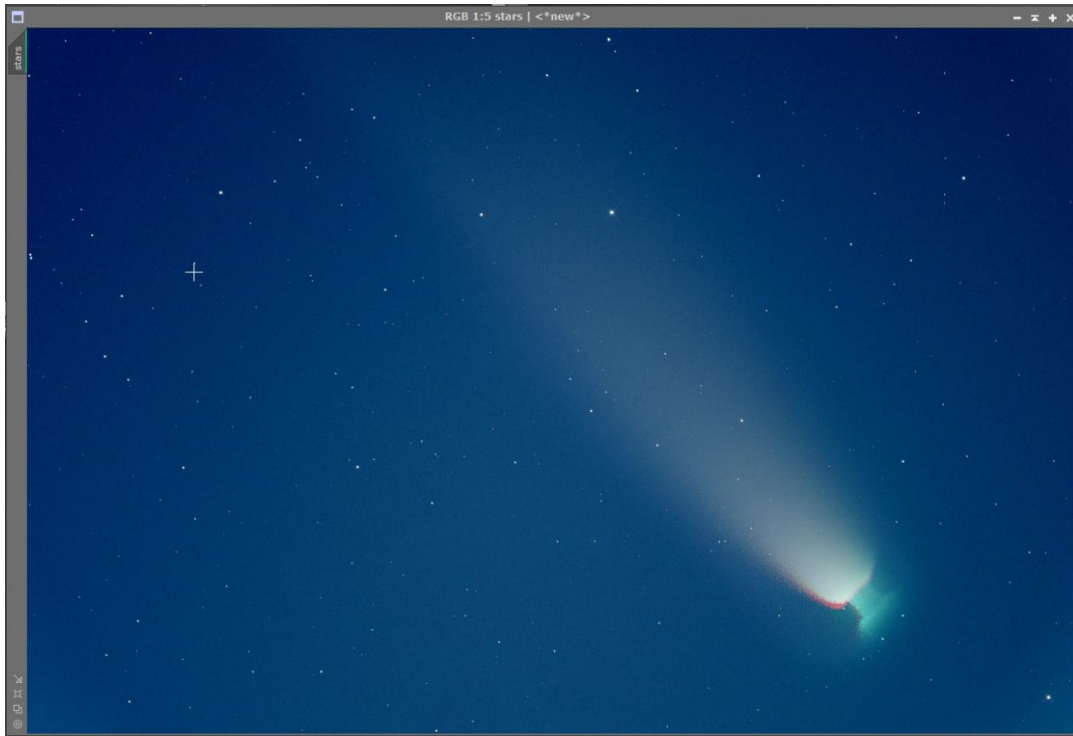


Elaborazione delle sole stelle

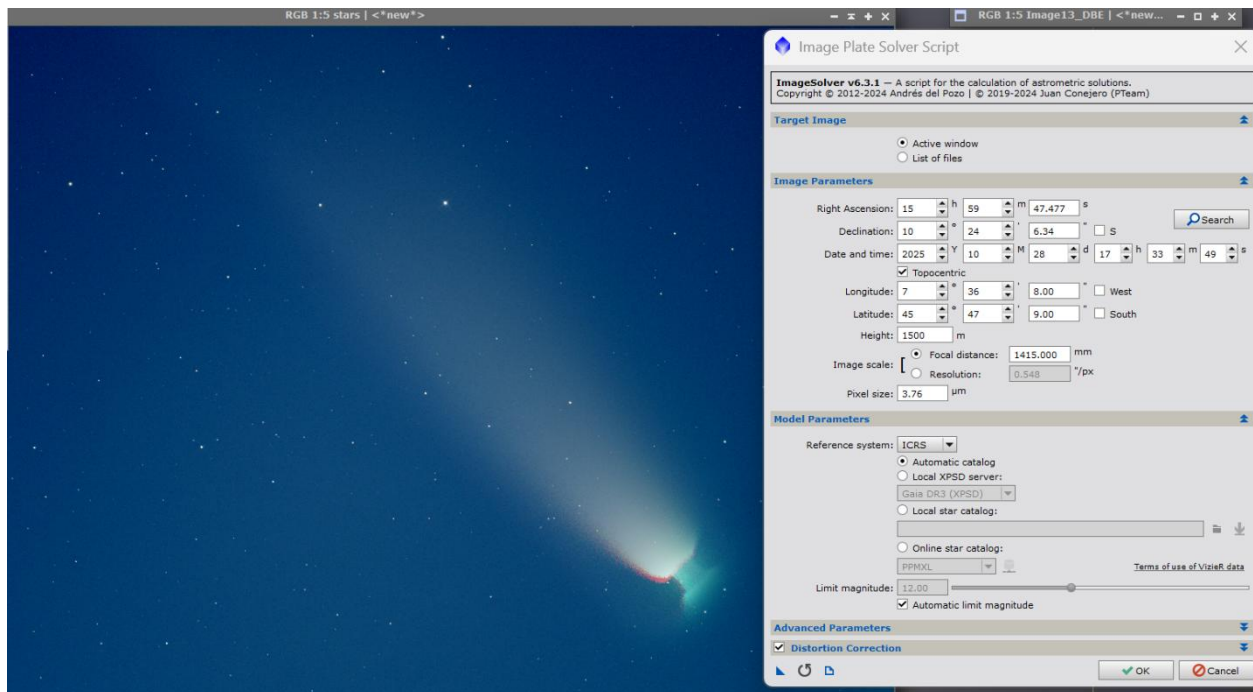
13. Riprendiamo adesso i frame allineati sulle stelle OSC o solo R, G B, dato che L non serve per le stelle), e sommiamoli con ImageIntegration per ottenere un singolo frame OSC o tre frame R, G e B allineati sulle stelle che conterranno inevitabilmente un residuo di cometa mossa. Come al passo 5, anche in questo caso si usa una pixel rejection piuttosto severa.



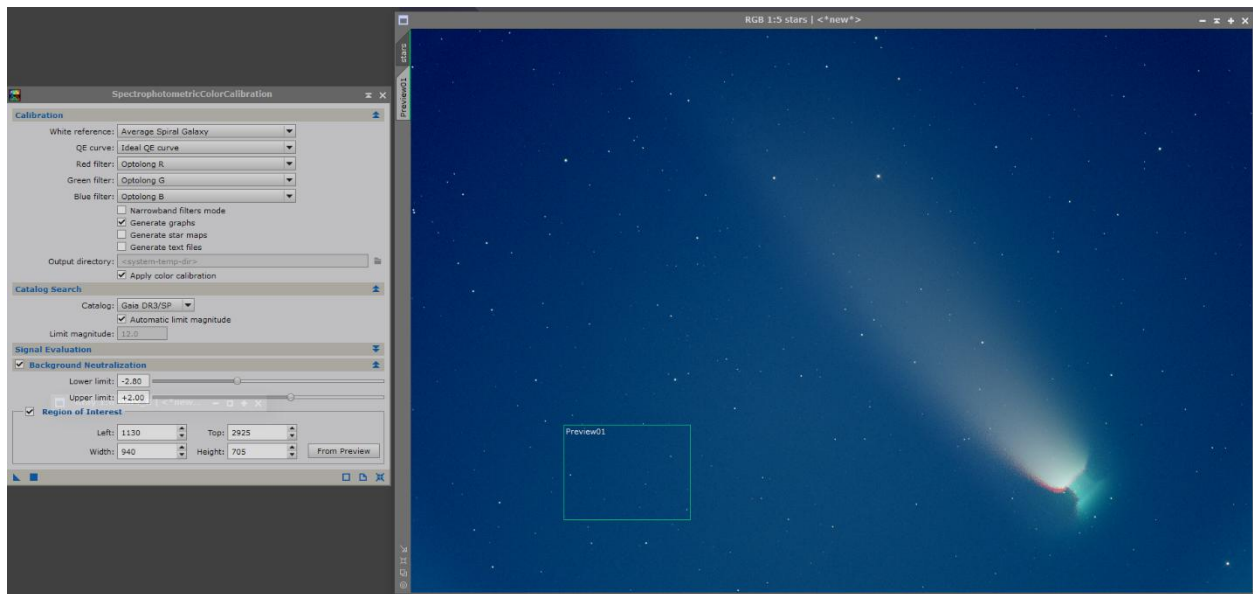
14. Uniamo i tre canali RGB con le stelle più cometa mossa con ChannelCombination. Otterremo una immagine RGB lineare quasi sicuramente affetta da problemi di bilanciamento cromatico e gradienti: perciò, se lo riteniamo opportuno, possiamo ripulirla con DBE.



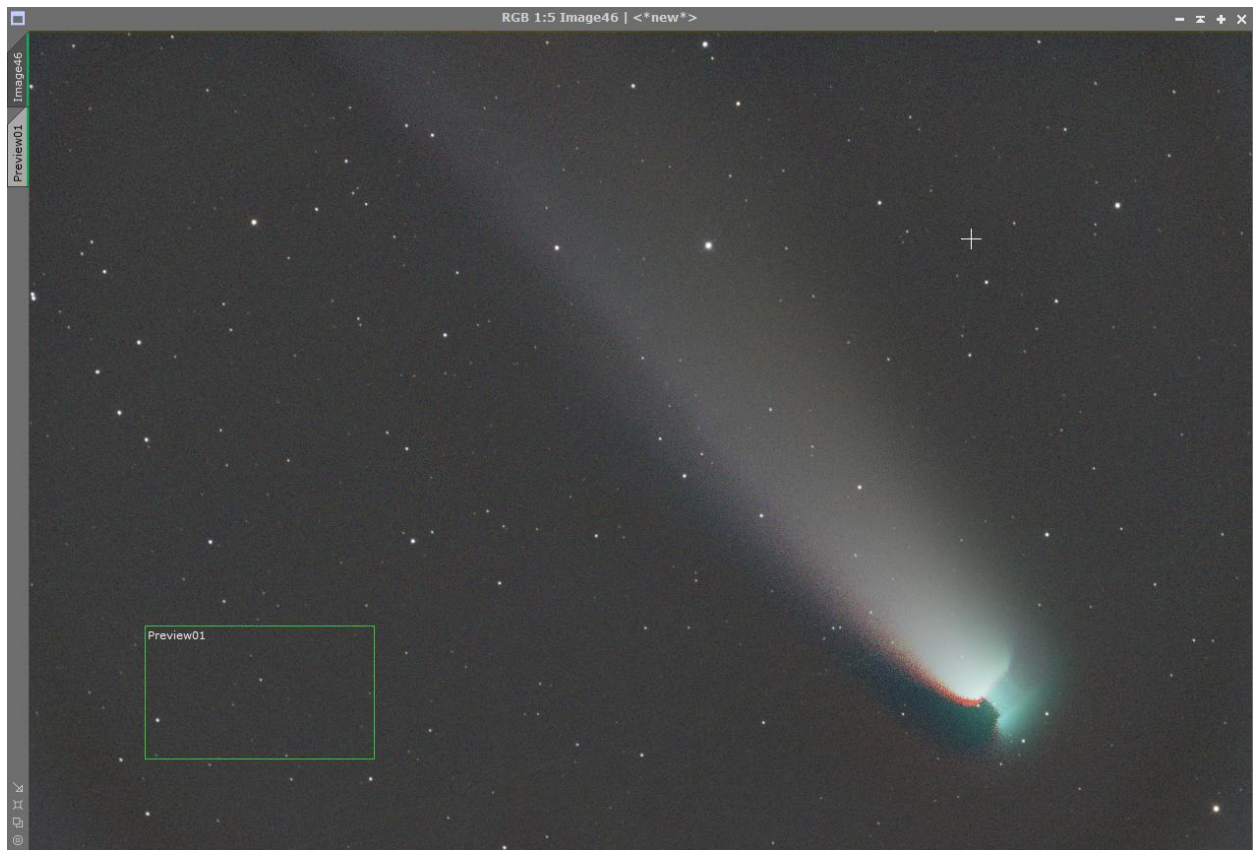
15. Effettuiamo la riduzione astrometrica tramite lo script ImageSolver:



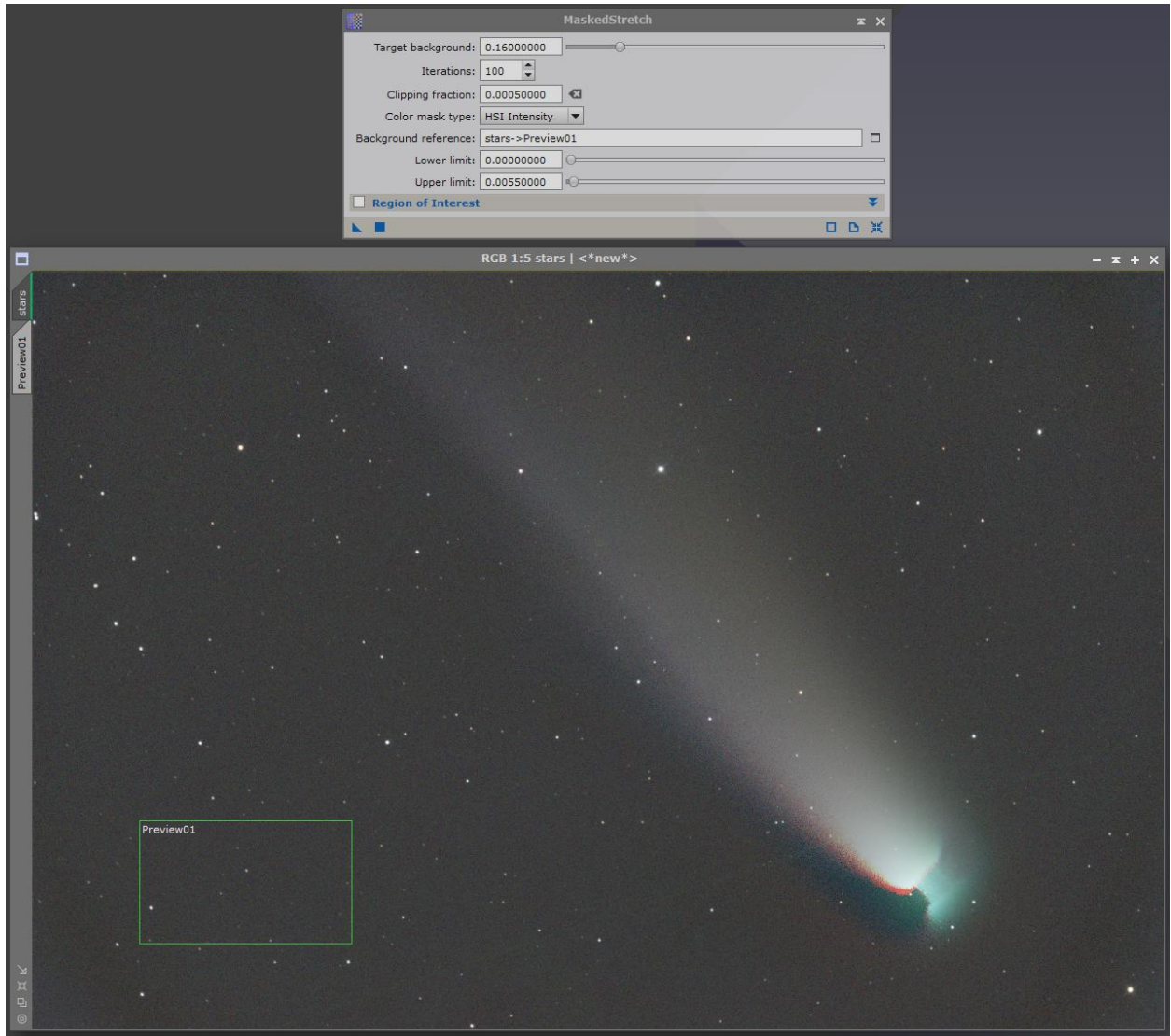
16. Quest'immagine RGB contiene anche le stelle, quindi si può effettuare un corretto bilanciamento cromatico con SpectroPhotometricColorCalibration (SPCC):



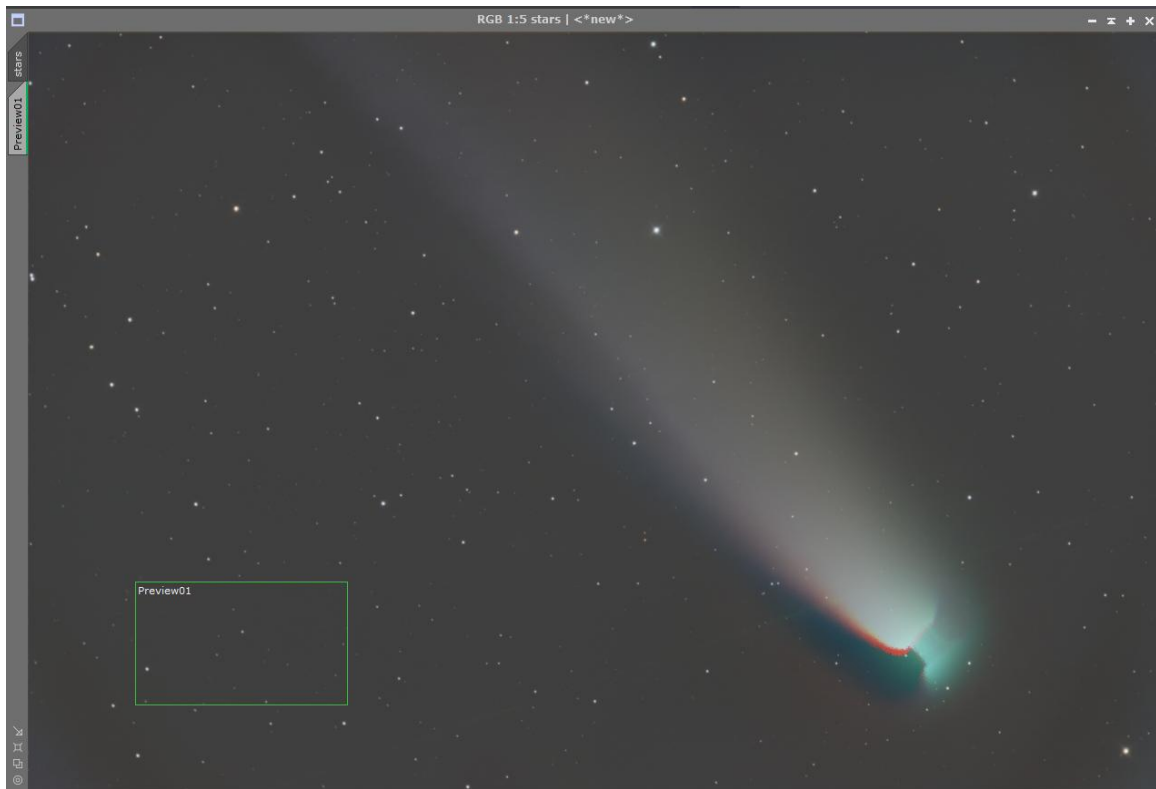
17. Ecco l'immagine (ancora lineare!) con le stelle RGB dopo una passata di DBE e corretta calibrazione con SPCC:



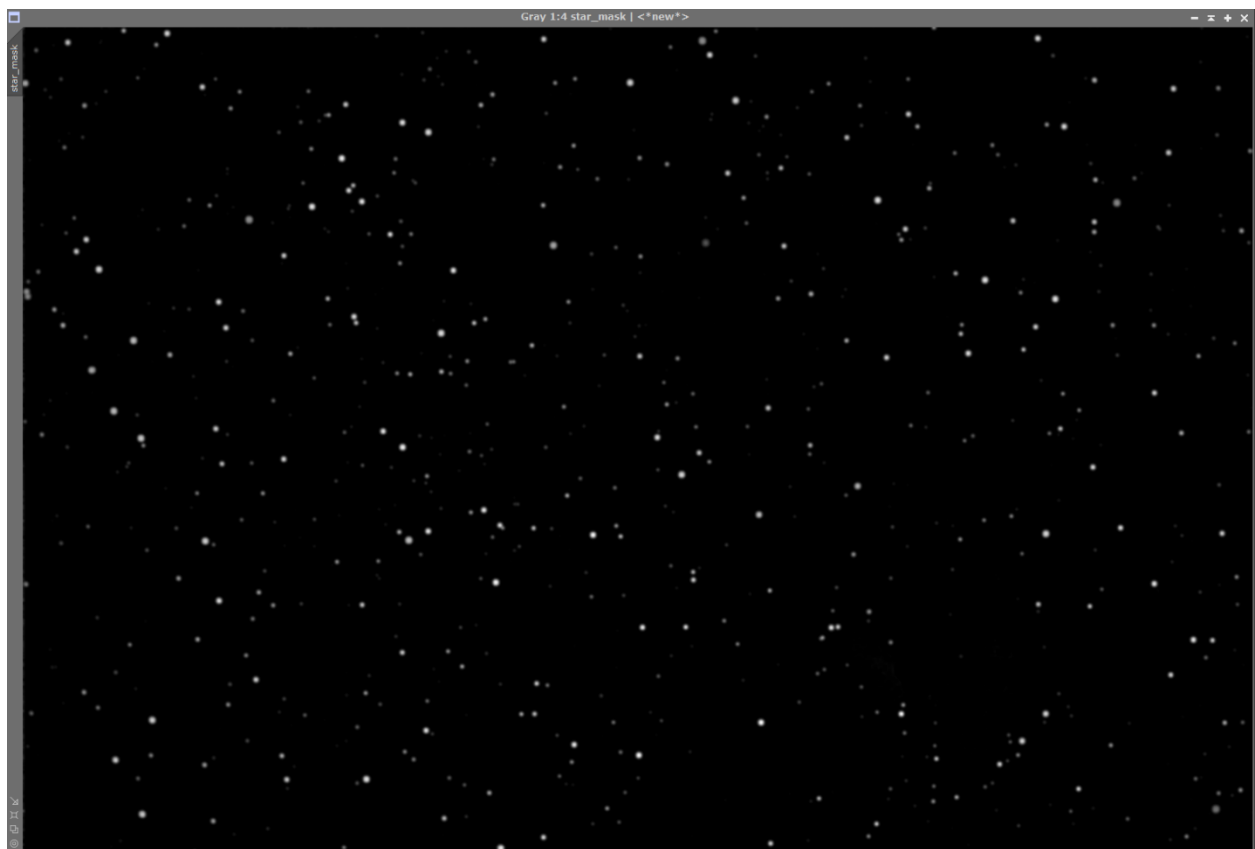
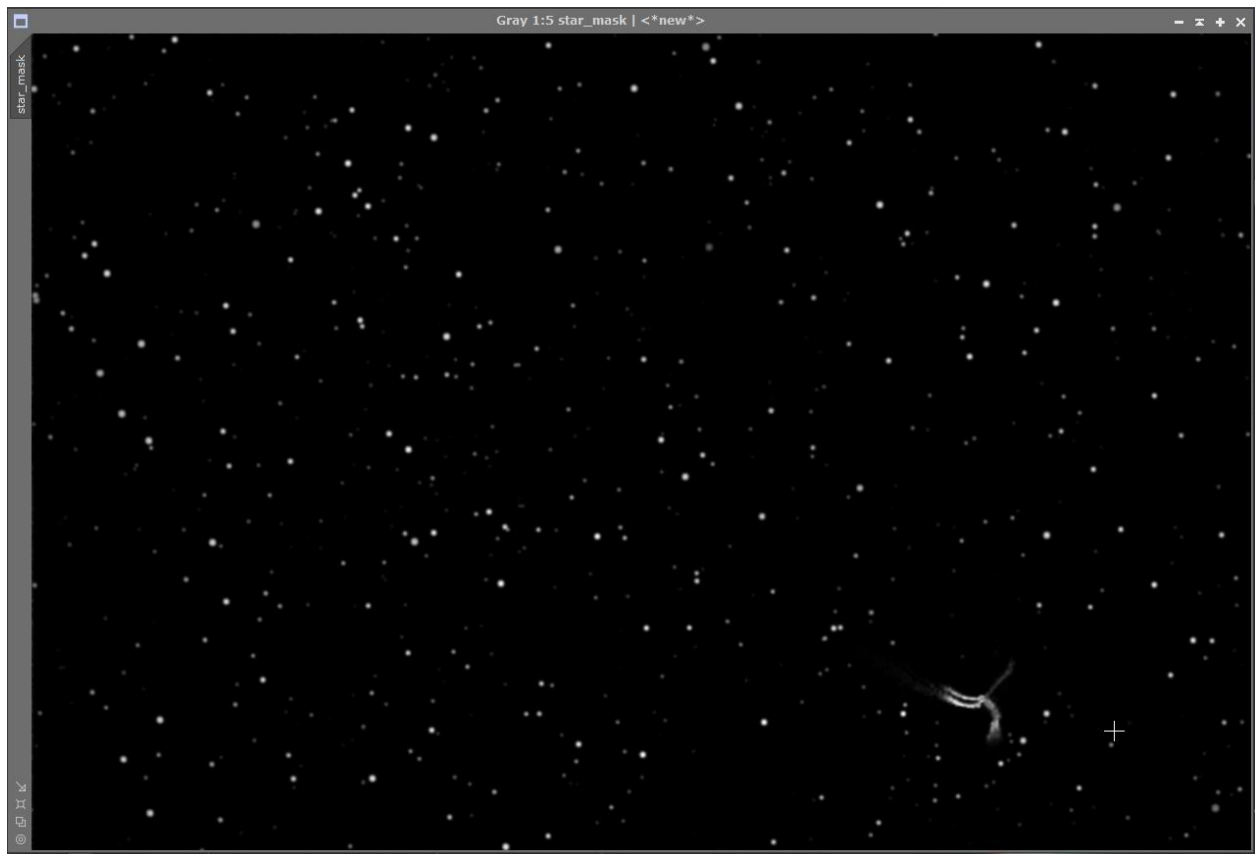
18. Ora possiamo delinearizzare l'immagine delle stelle. Io uso una combinazione di MaskedStretch (che preserva bene i colori delle stelle) e HistogramTransformation, ma ci sono alternative.



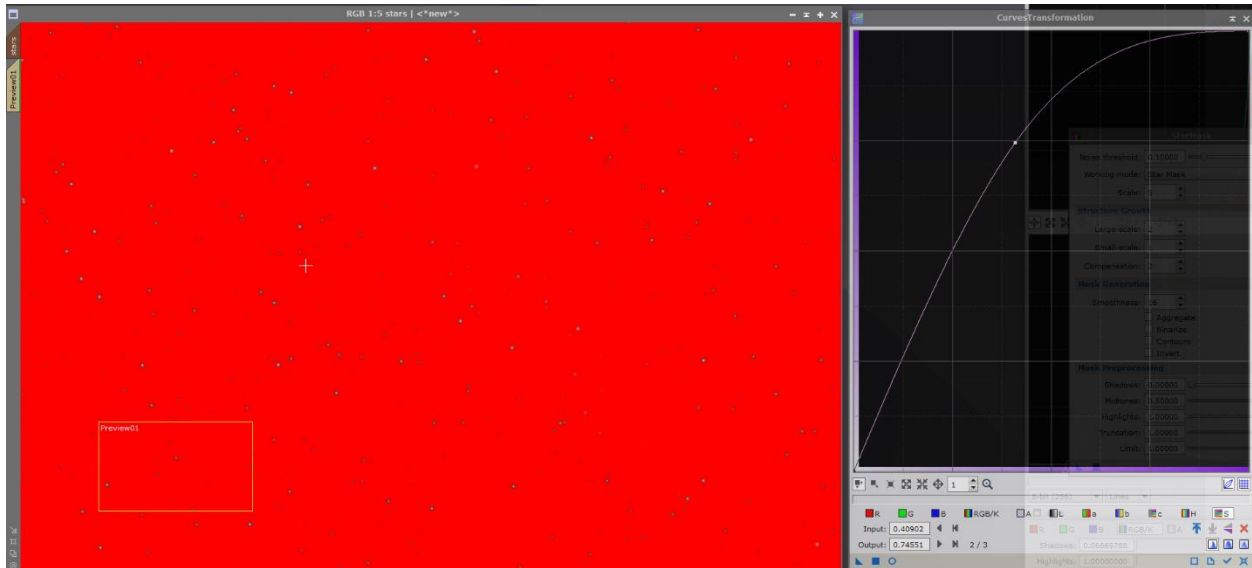
19. Si consiglia di usare NoiseXterminator sull'immagine delle stelle delinearizzata, per rendere più facile la pulizia dal residuo di cometa e la creazione della maschera di stelle:



20. Usando l'immagine così creata, creiamo una StarMask, che potrebbe contenere ancora qualche residuo spuro della cometa (figura subito sotto), che eliminiamo facilmente tramite CloneStamp (figura successiva).



21. Applichiamo ora la StarMask all'immagine di cui al punto 18 e aumentiamo la saturazione delle stelle con CurvesTransformation, agendo solo sulla curva "S" (Saturazione):



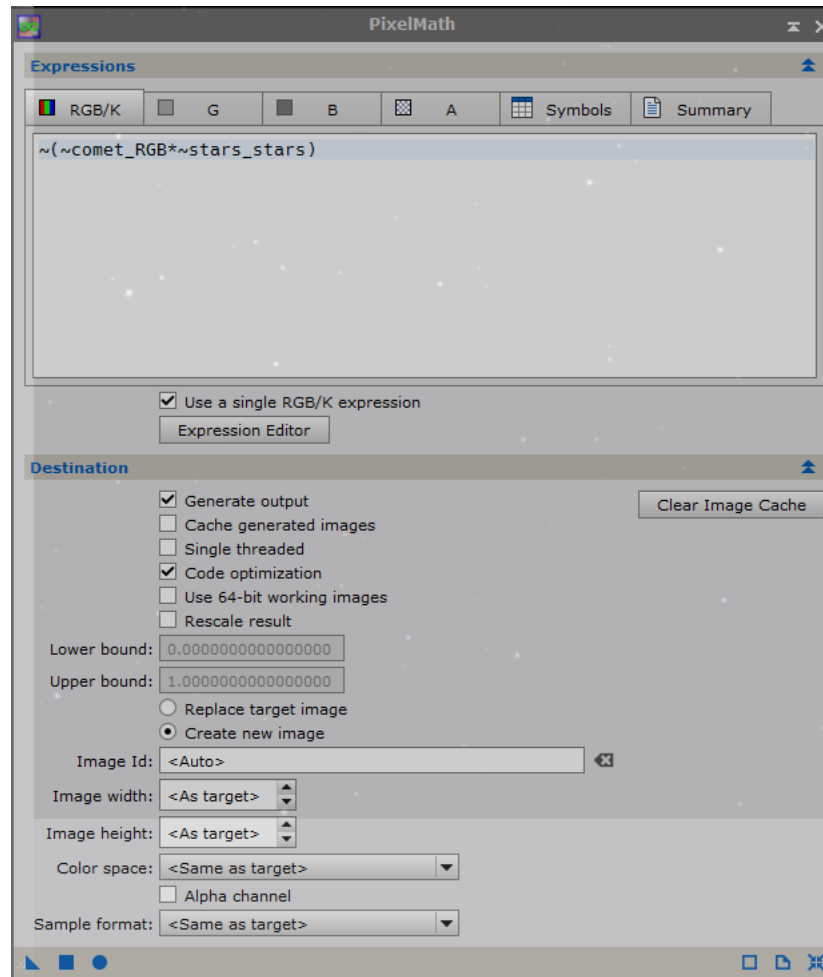
22. Ora trattiamo l'immagine delle sole stelle StarXterminator in modo tale da separarle dal residuo di cometa, mantenendo le opzioni di default e "Generate Star Image" e "Unscreen Stars" selezionati.

Assemblaggio finale

23. Dalle due sezioni precedenti abbiamo ottenuto rispettivamente un'immagine (L)RGB con la sola cometa e una RGB con le sole stelle:



24. Operiamo la fusione finale con PixelMath. Supponendo che l'immagine LRGB con la cometa sia "comet" e quella con le stelle "stars", usiamo la seguente espressione in RGB/K: $\sim(\sim\text{comet}*\sim\text{stars})$



25. Dopo piccoli aggiustamenti finali (ad esempio ritaglio tramite DynamicCrop), ecco l'immagine finita:



Esclusione di responsabilità

Questo Documento viene fornito gratuitamente "così com'è" (as-is) e l'Utente accetta che l'utilizzo dello stesso è a suo esclusivo rischio e pericolo. L'Autore non garantisce che il documento sia esente da errori, omissioni, inesattezze o che soddisferà requisiti particolari dell'Utente.

Non vengono fornite garanzie, esplicite o implicite, incluse, ma non limitate a, garanzie di commerciabilità, idoneità per uno scopo particolare o non violazione di diritti di terzi.

In nessun caso l'Autore potrà essere ritenuto responsabile di danni diretti, indiretti, incidentali, speciali, consequenziali o punitivi, inclusi (ma non limitati a) perdite di profitto, perdite di dati, interruzioni di attività o altri danni derivanti dall'uso o dall'impossibilità di utilizzare il Documento, anche se il fornitore è stato avvisato della possibilità di tali danni.

Tutto il materiale, testo e immagini, presente nel Documento è protetto da copyright e diritti di proprietà intellettuale. L'Utente si impegna a non modificare, copiare, riprodurre, ripubblicare, caricare, trasmettere o distribuire il contenuto senza esplicito consenso dell'autore.