



SENZ-PFT-SR

**Castaldo Luigi Pio
Ciamarra Marco Mario
Conte Pietro**

(Gruppo 14)



LOW-RESOLUTION

SUPER-RESOLUTION





Indice



**OBIETTIVO DEL
PROGETTO**



**ANALISI DEL
PROBLEMA**



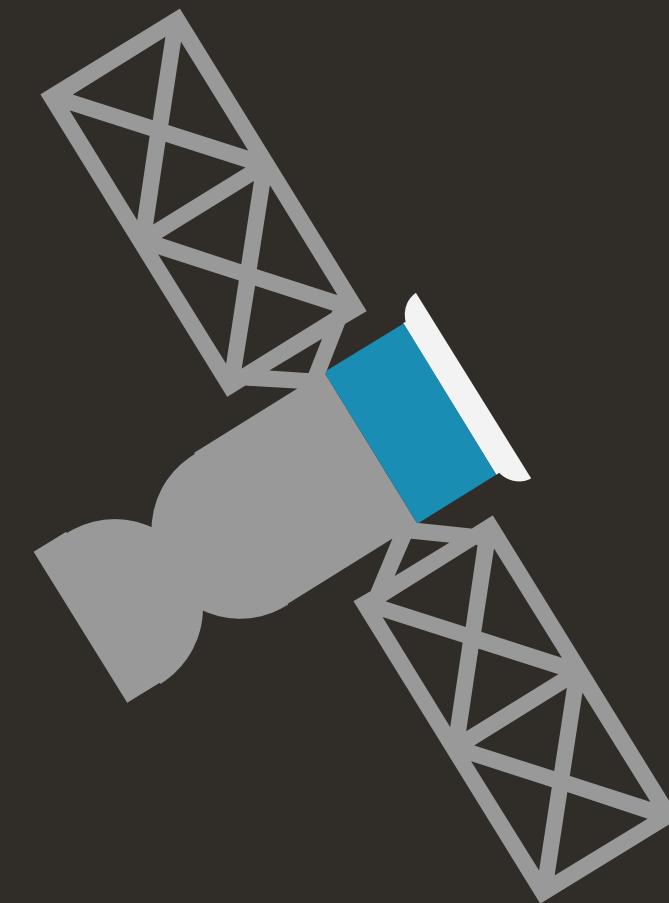
**APPROCCIO
ADOTTATO**



**SOLUZIONE
FINALE**



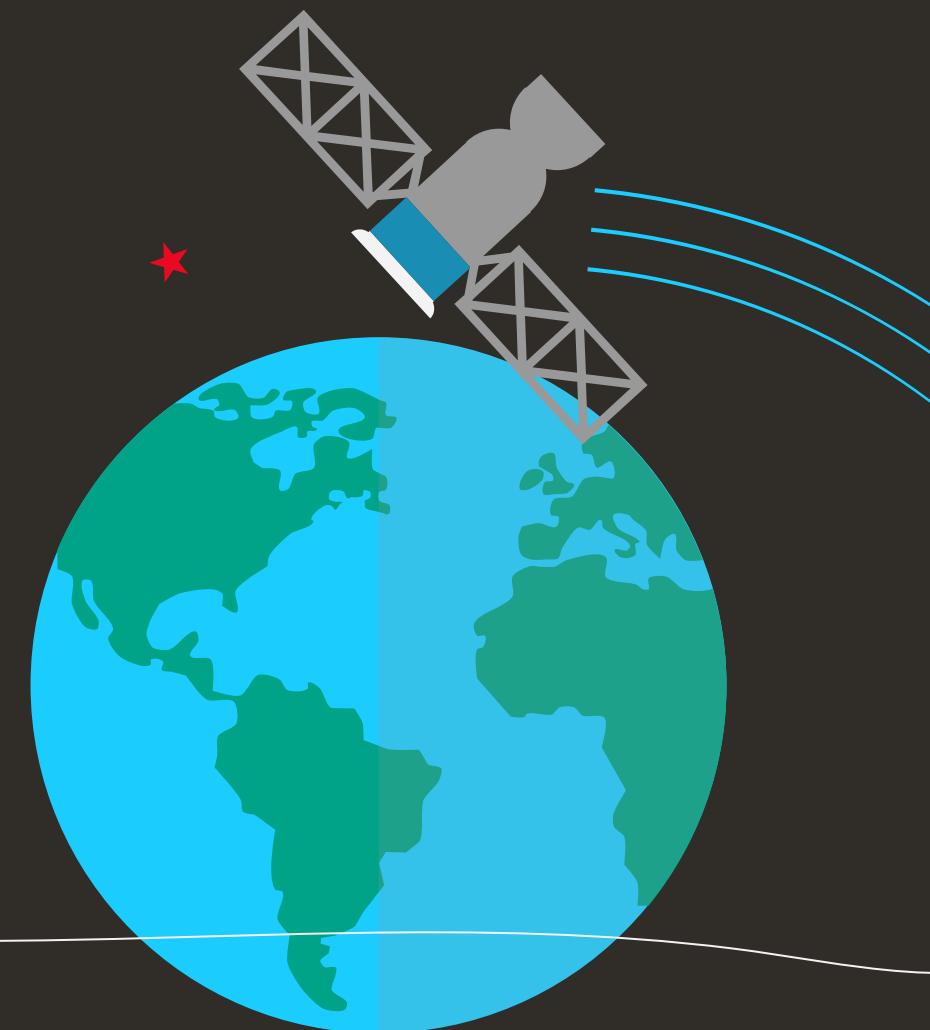
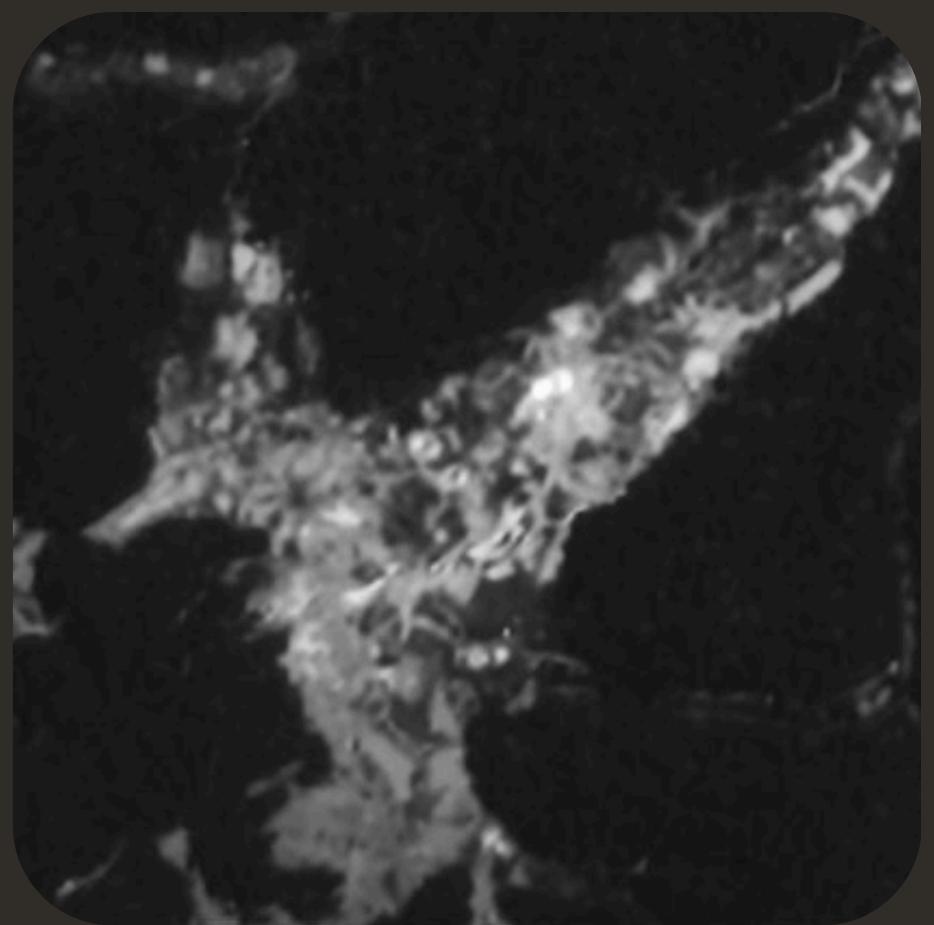
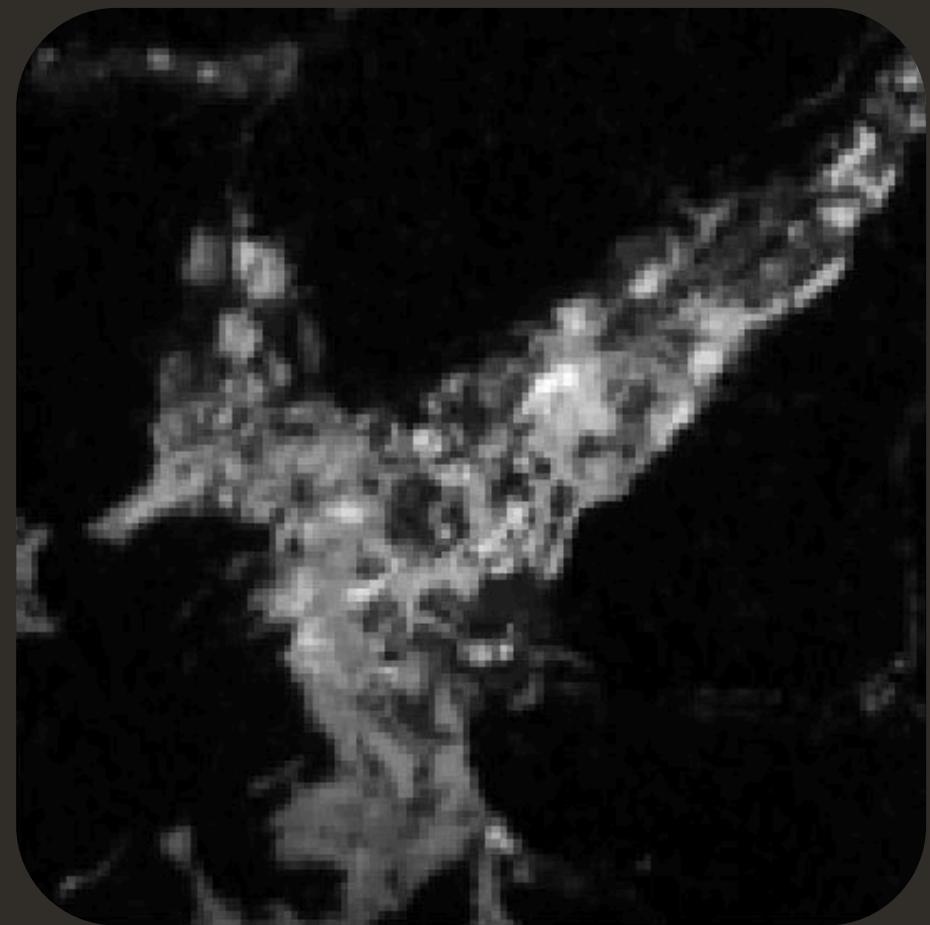
01 Il nostro obiettivo





Cosa vogliamo ottenere?

- Un miglioramento della qualità delle immagini satellitari con un upscaling $4\times$, per aumentare la precisione nelle analisi territoriali.



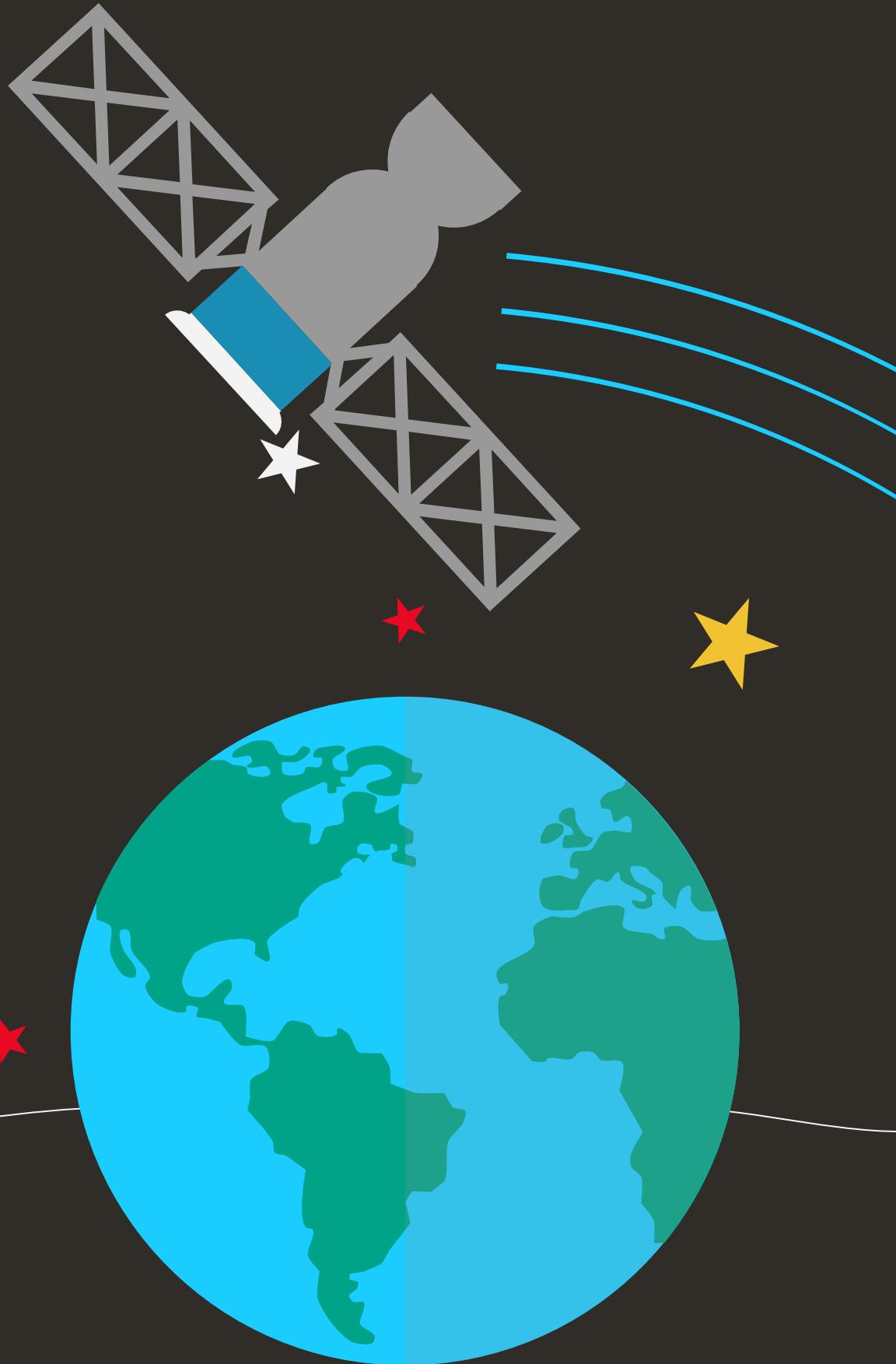


Scenario

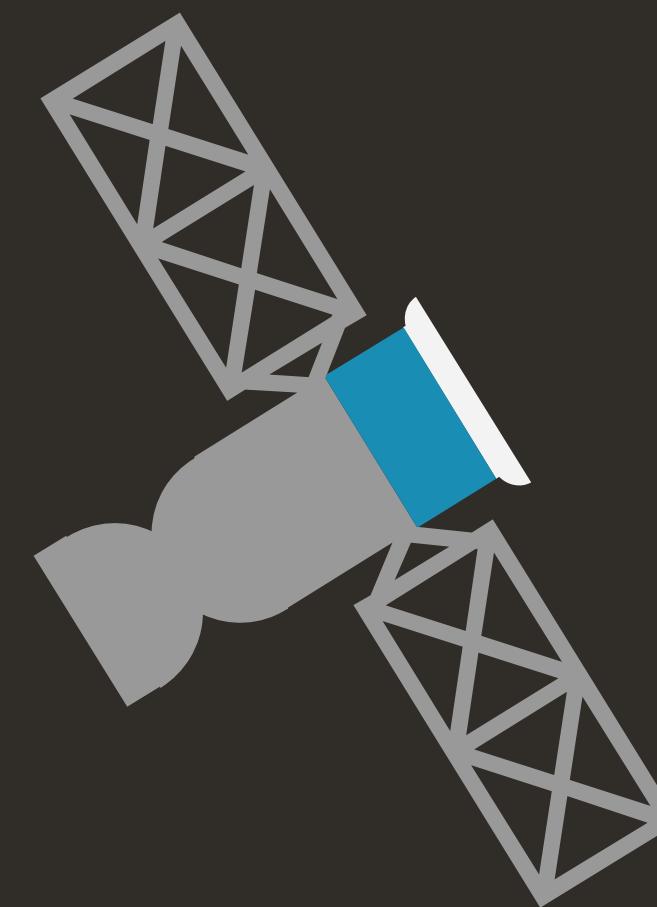
Applicare la super-risoluzione su un'immagine è utile in molti contesti, specialmente quando serve migliorare la qualità visiva o estrarre dettagli da immagini a bassa risoluzione.



- **Mantenere l'accuratezza dello spettro**
- **Mantenere l'integrità strutturale delle immagini originali.**



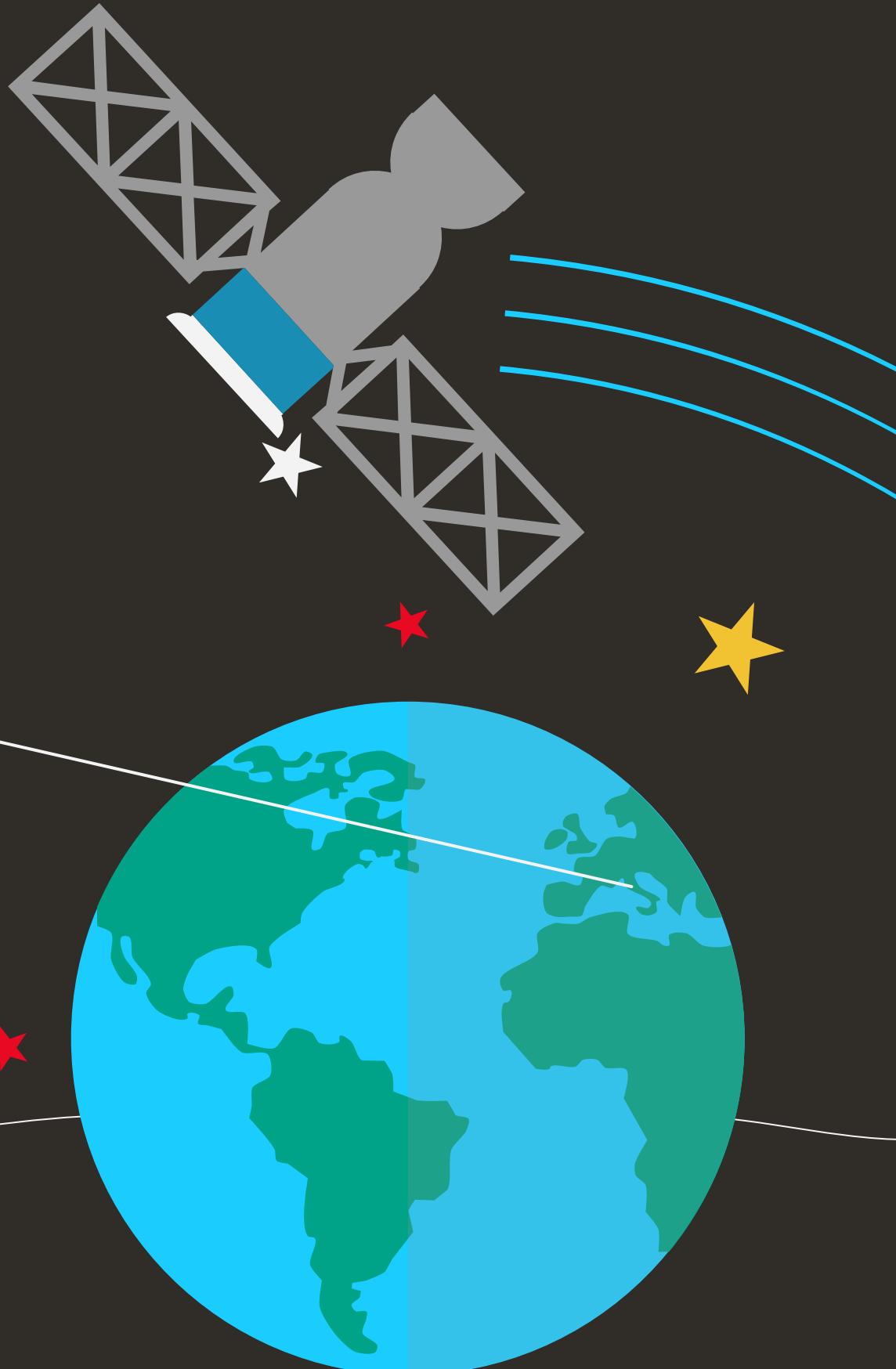
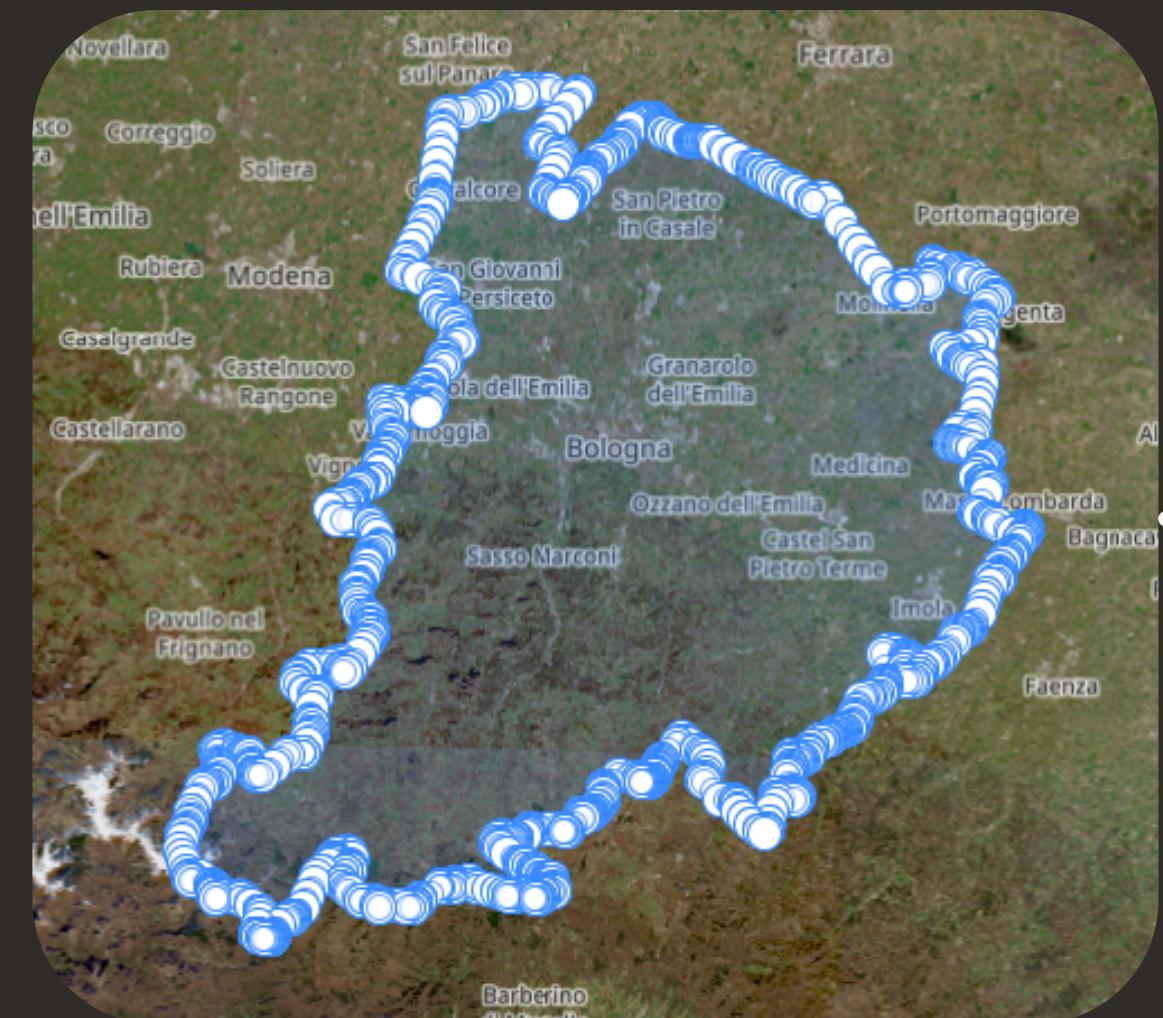
02 A cosa serve la super-risoluzione?



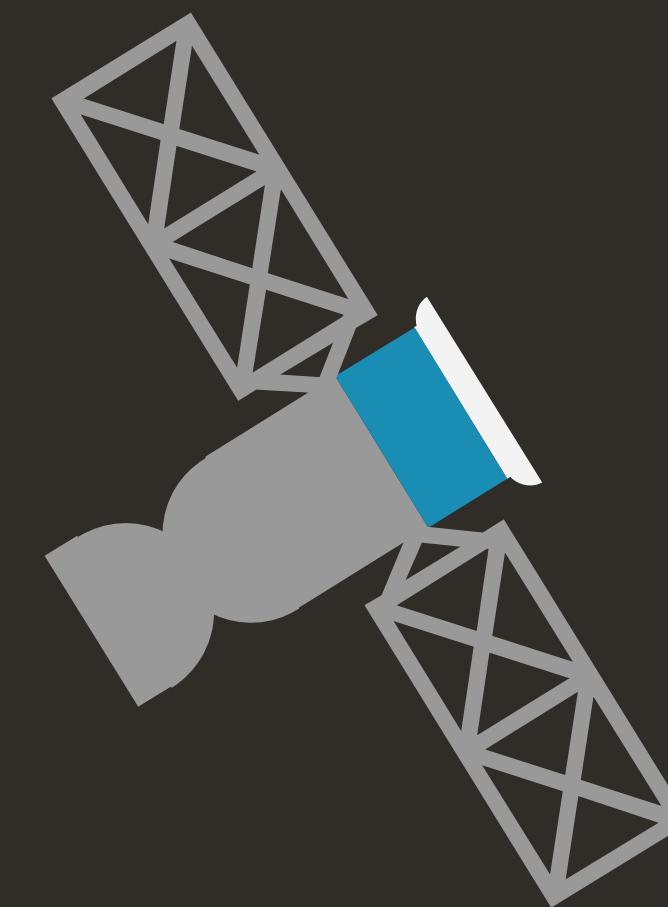


Una possibile applicazione

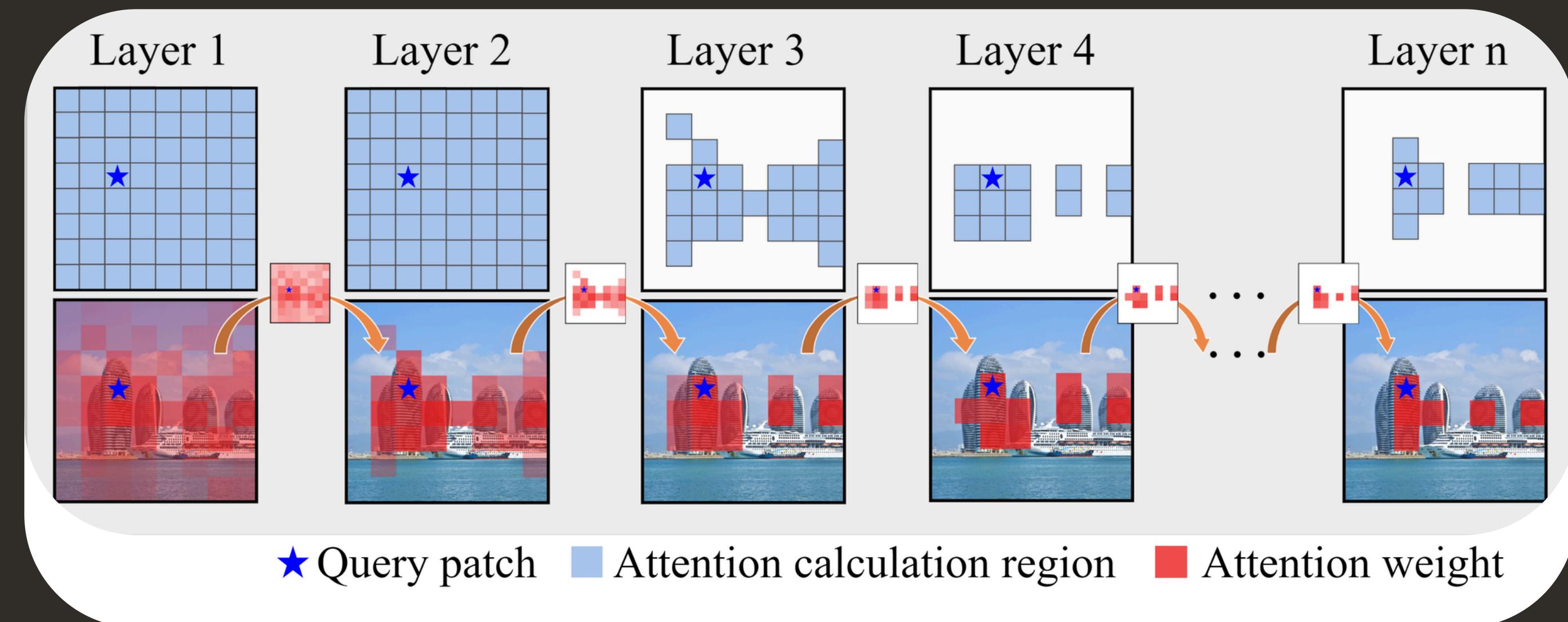
- Identificazione di nuovi impianti fotovoltaici (di dimensioni pari o superiori a 500 m²).
- L'obiettivo è migliorare la qualità e il dettaglio visivo di immagini satellitari per facilitare il monitoraggio dei pannelli solari installati sul territorio di Bologna.

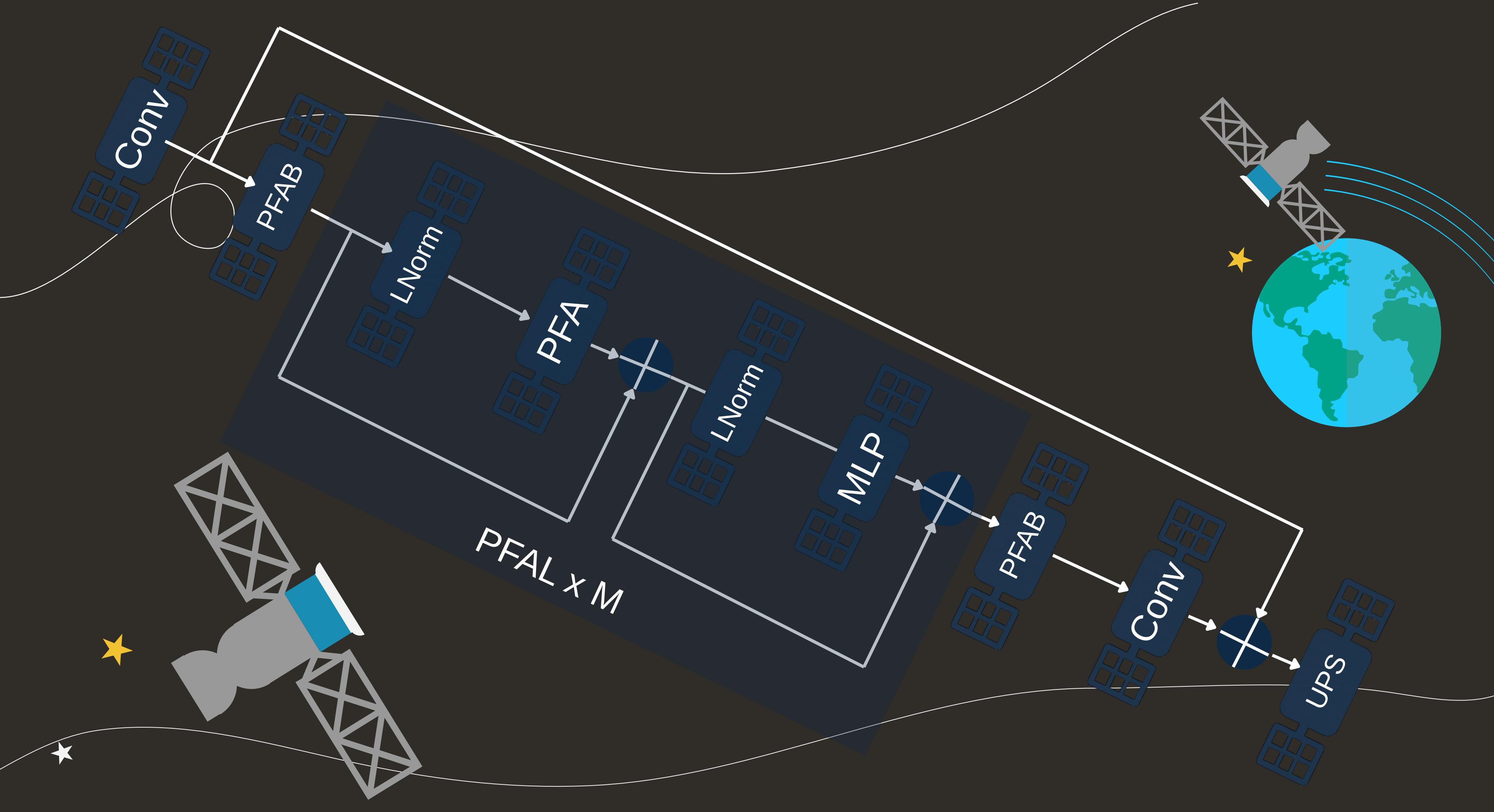


03 Come funziona il modello



Progressive Focused Attention



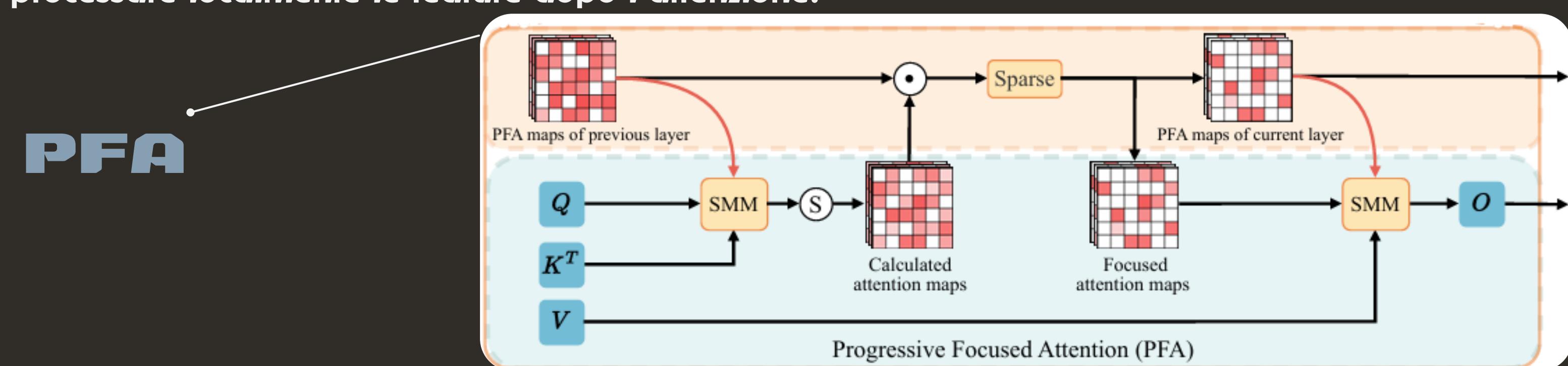




Architettura

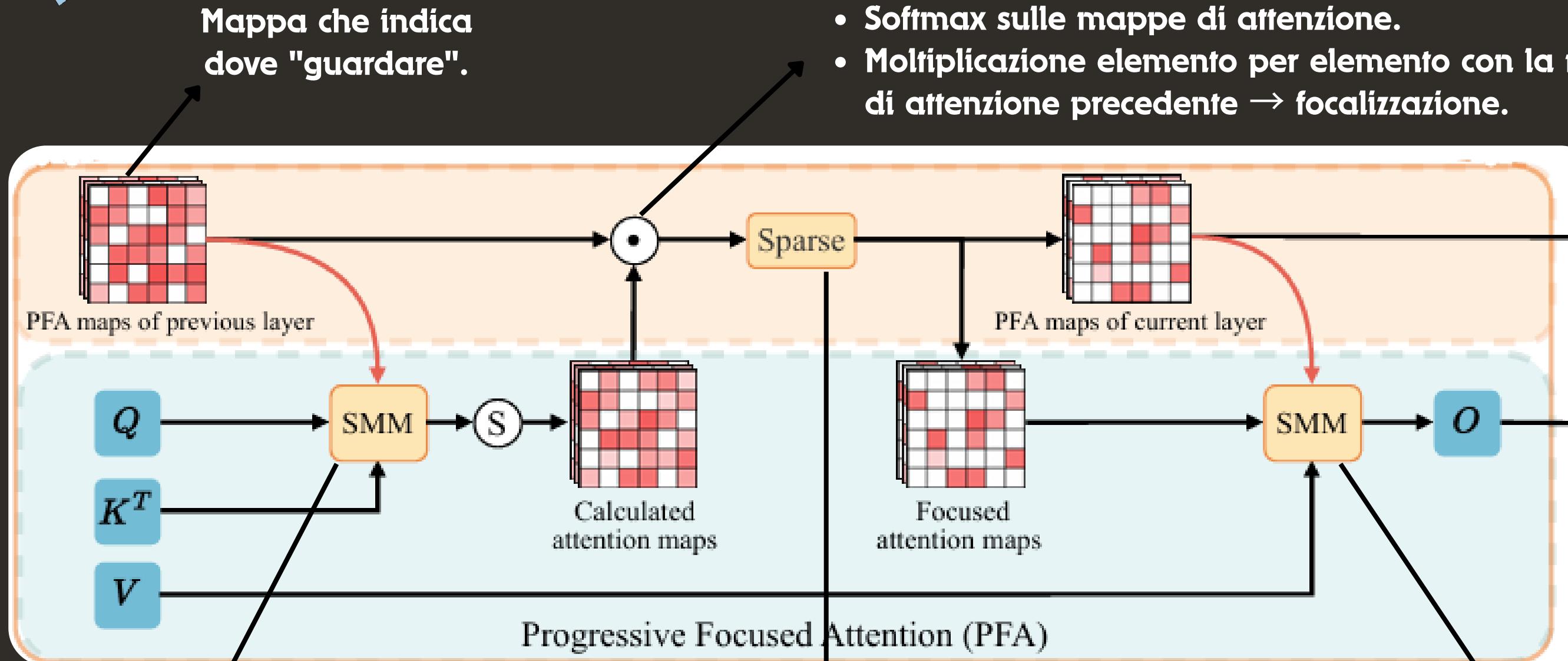
Ricostruire un'immagine ad alta risoluzione da una a bassa risoluzione, migliorando i dettagli grazie a un meccanismo di attenzione progressiva focalizzata.

- Conv: estrae le feature iniziali dall'immagine LR (Low Resolution);
- PFAB (PFA Block): elabora le feature con attenzione focalizzata;
- PFAL \times M: sequenza di M livelli di Progressive Focused Attention Layers;
- Upsample: ingrandisce l'immagine a risoluzione target (4x).
- LayerNorm: assicura che ogni operazione (attenzione, feed-forward...) lavori su feature con statistiche regolari, facilitando apprendimento e stabilità;
- MLP: per processare localmente le feature dopo l'attenzione.





Architettura - PFA



SPARSE MATRIX MULTIPLICATION:

- Calcola le nuove mappe di attenzione solo nei punti considerati importanti importanti.

Rende ancora più sparsa la mappa: seleziona solo le k regioni di massima attenzione per riga.

Softmax > Hadamard (\odot):

- Softmax sulle mappe di attenzione.
- Moltiplicazione elemento per elemento con la maschera di attenzione precedente → focalizzazione.

Feature aggregate più rilevanti (focus migliorato). Mappa PFA aggiornata per il livello successivo.

Nuova SMM (Q con V):

- Usa la mappa sparsa per aggregare l'informazione (output delle feature aggregate).



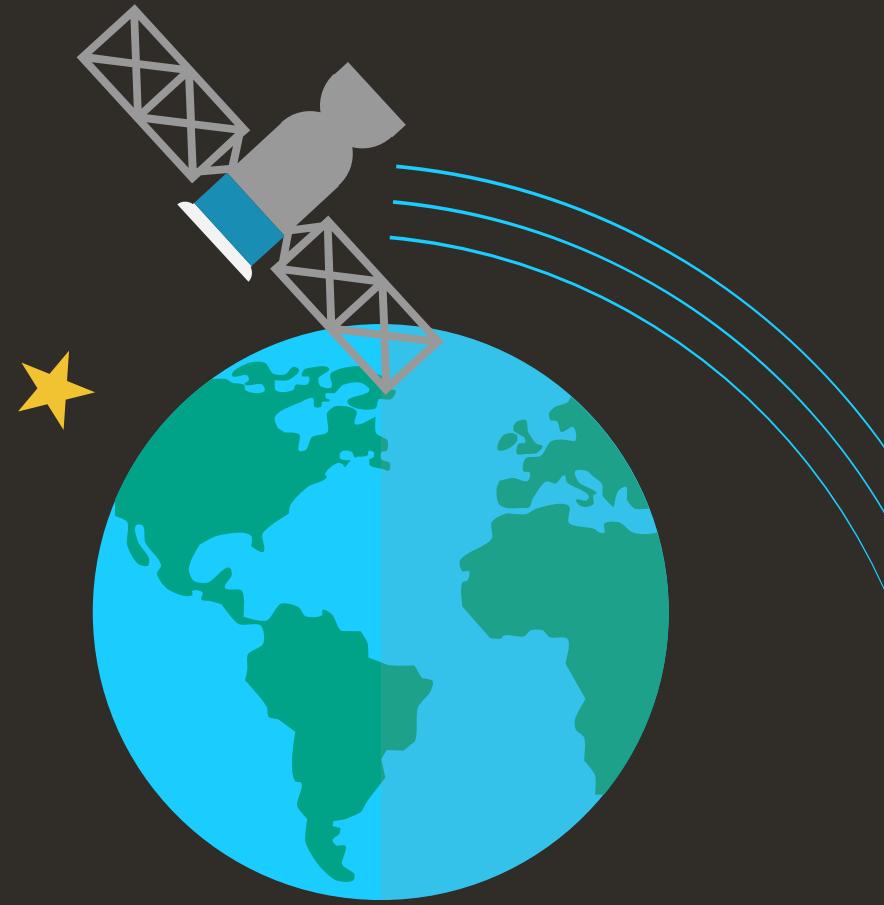
Architettura - PFA

$$A_{sa} = \text{Softmax}\left(\frac{QK\sqrt{T}}{\sqrt{d}}\right)$$

SELF ATTENTION

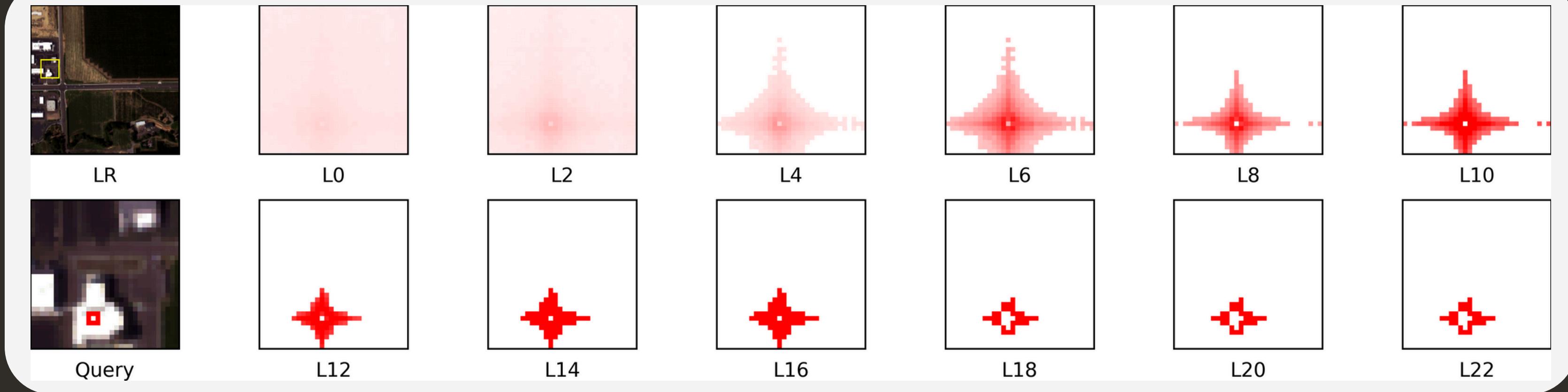
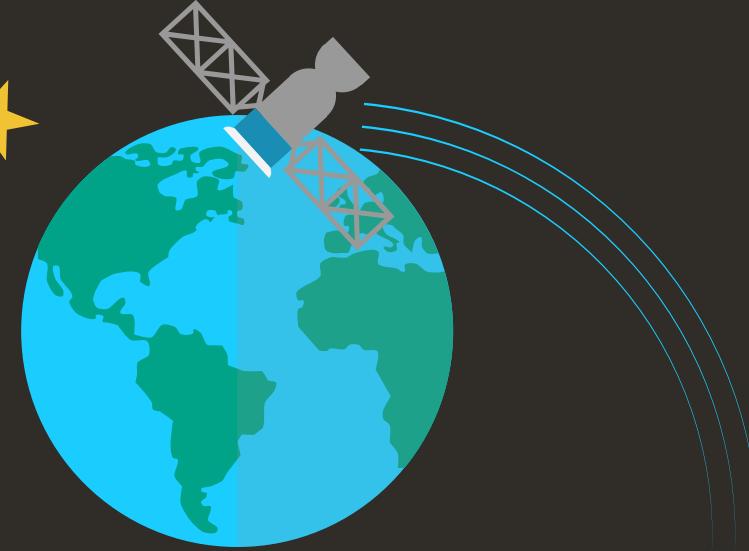
$$A^l = \text{Norm}(A^{l-1} \odot A_{cal}^l)$$

**MECCANISMO DI
ATTENZIONE
PROGRESSIVA**

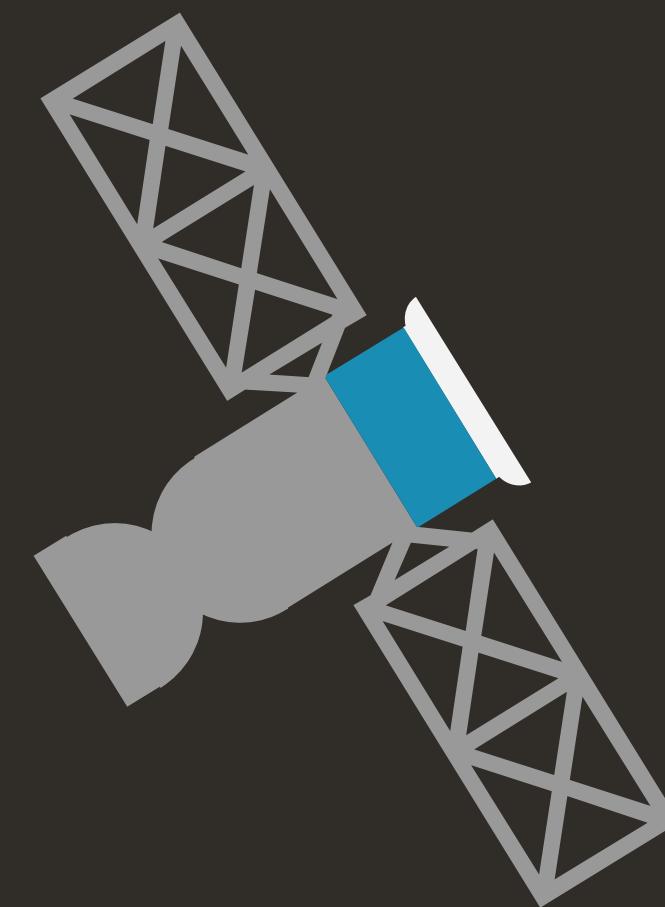




Attention Map

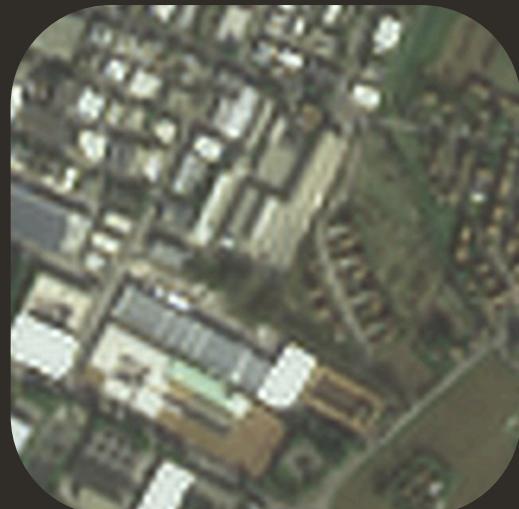


04 La nostra soluzione

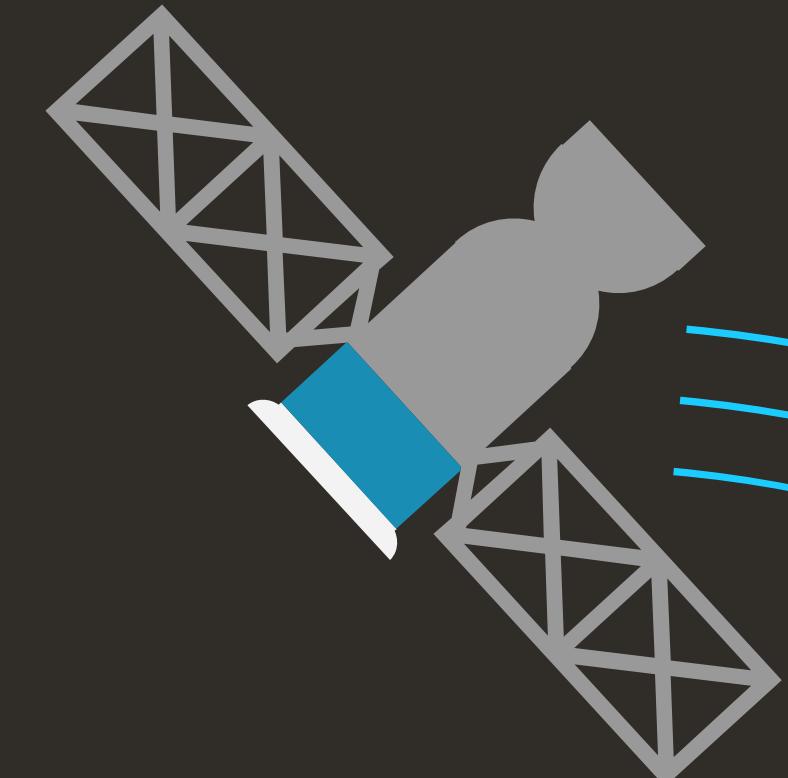




Perché è importante? *



Maggiori
dettagli!





Le 4 bande

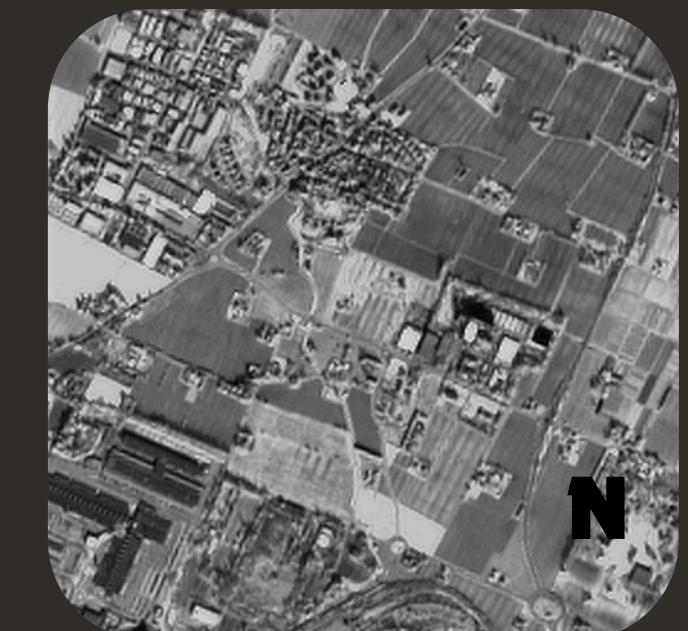


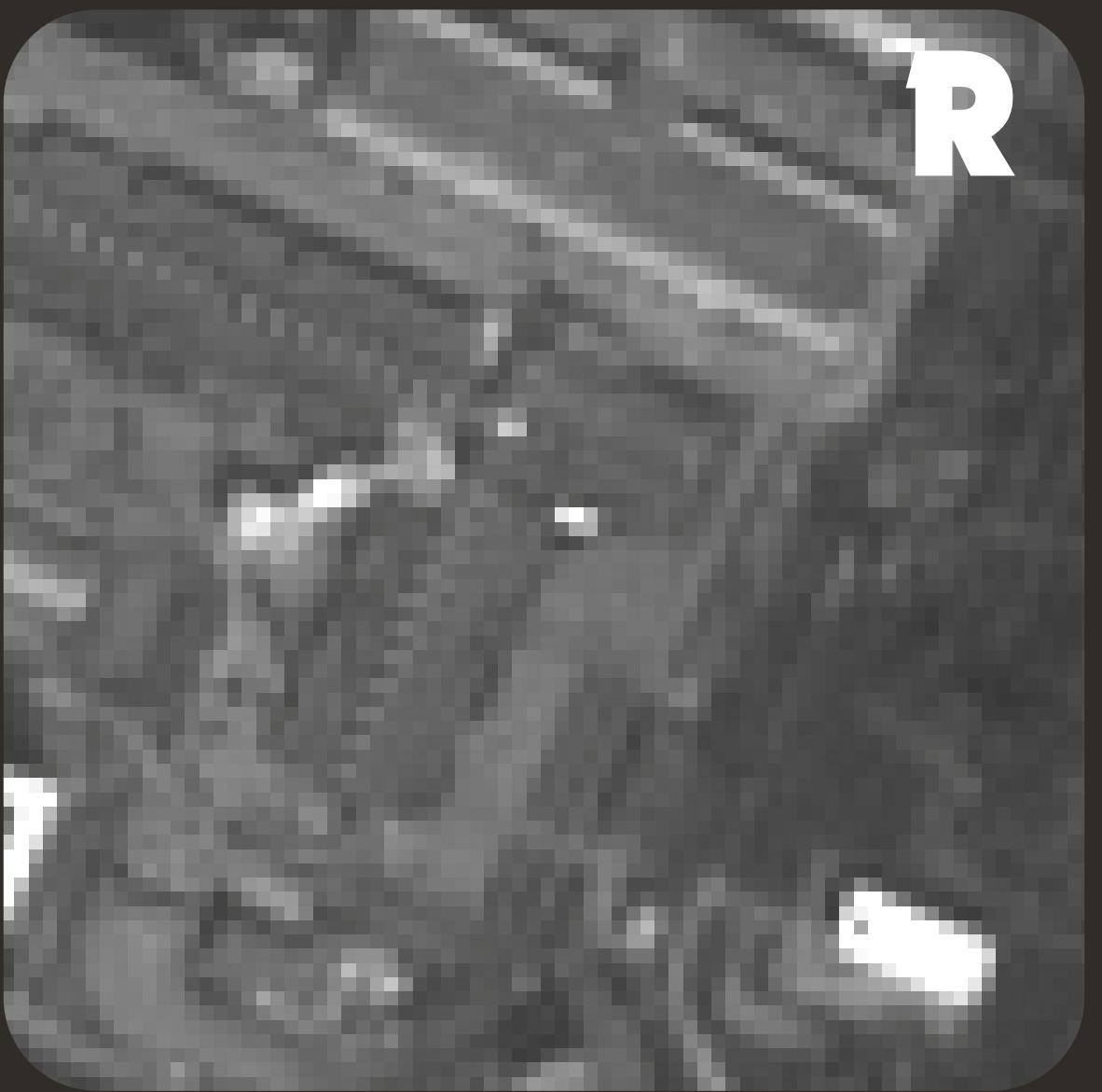
Immagine Originale

Immagine Super Risoluta





Banda R



x4

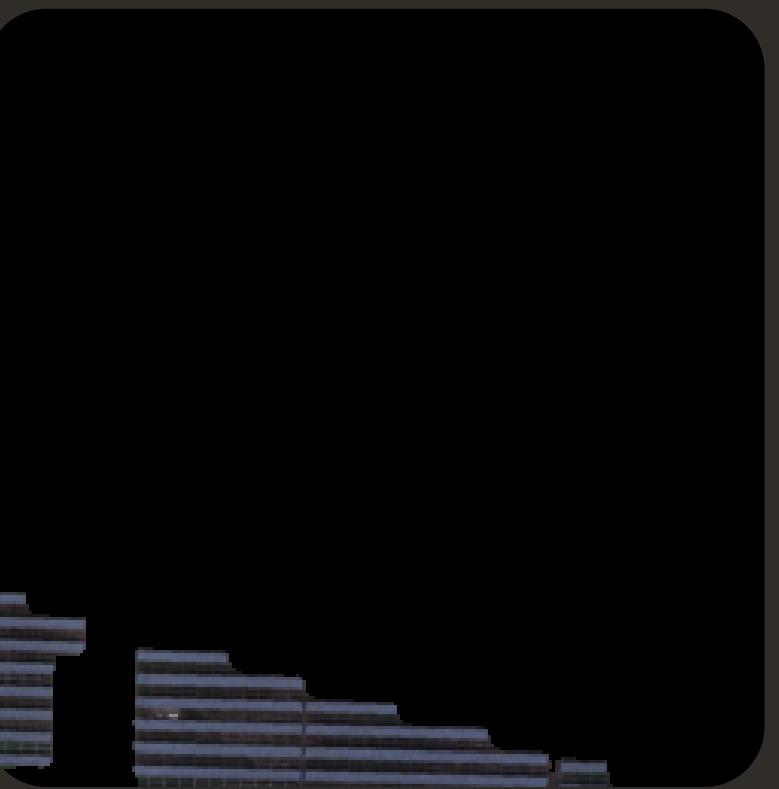




Caso d'uso

Perché individuare i pannelli solari nelle immagini satellitari?

- Monitoraggio della transizione energetica: per stimare la diffusione e la produzione di energia solare;
- Supporto alla pianificazione energetica: per aiutare enti e gestori nella gestione delle reti.
- Creazione di mappe aggiornate: per disporre di dati affidabili anche in assenza di fonti ufficiali.





Metriche

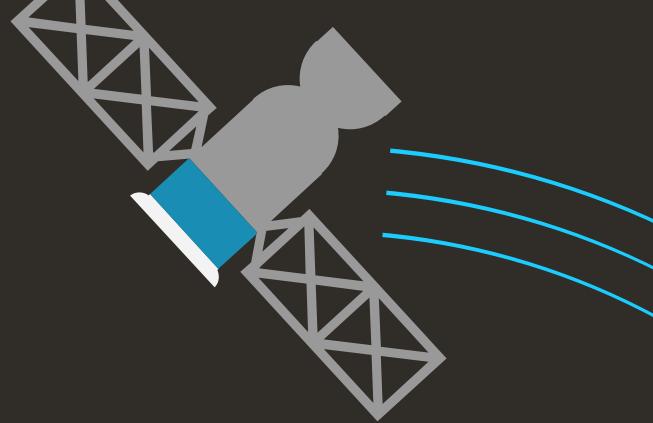


Grafico della Loss (Errore)

- Mostra quanto bene il modello impara. Minore è la loss, migliore è il modello.

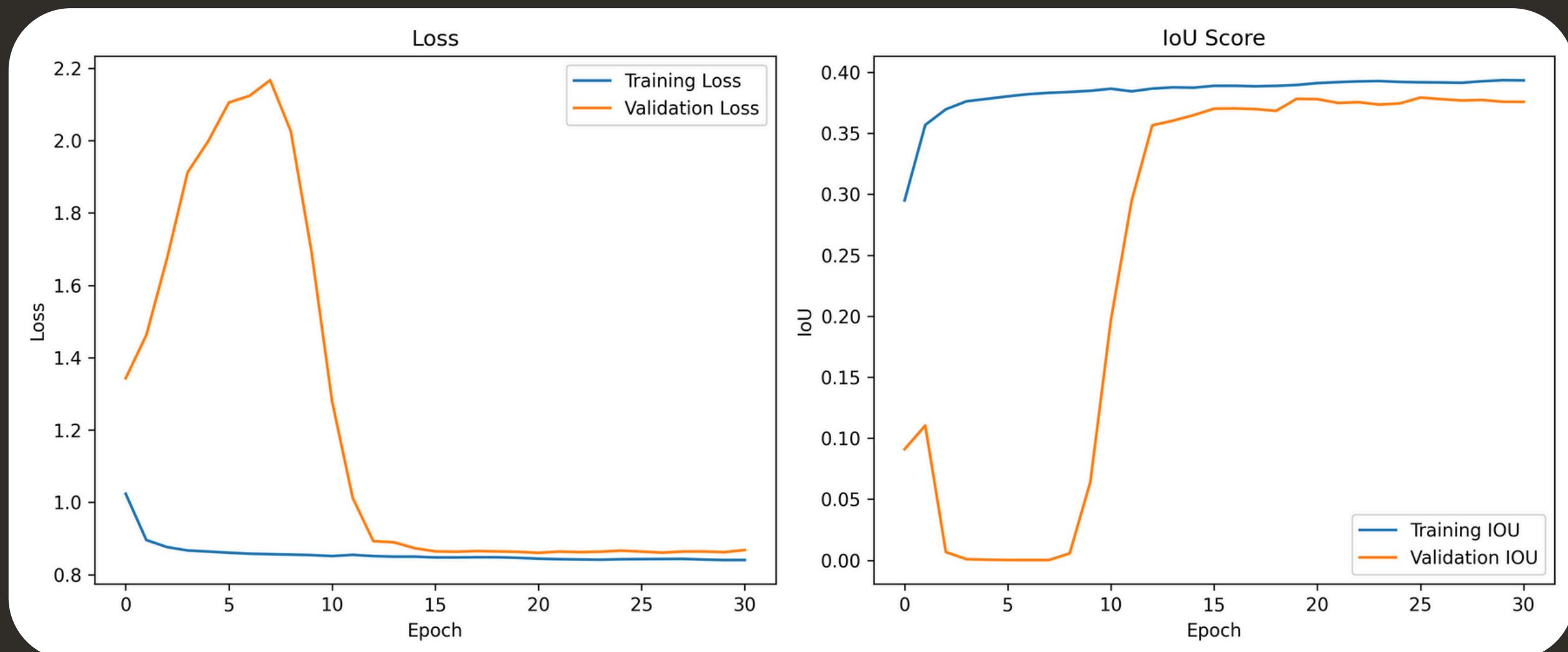


Grafico della IoU (Intersection over Union)

- Mostra quanto bene il modello individua la maschera corretta. Più è alto il valore, migliore sarà la previsione.



Il modello non si ferma qui!

Per proseguire, serviranno:

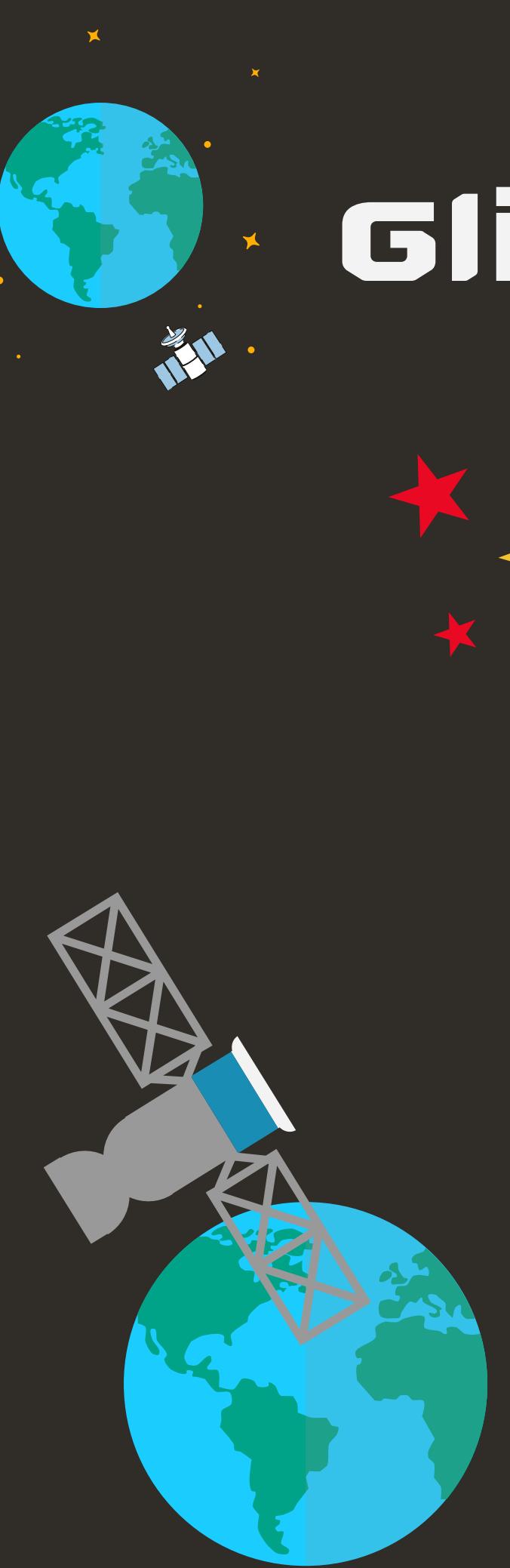
- **Tempo;**
- **Risorse.**



Possibili sviluppi futuri:

- **Miglioramento della risoluzione per raggiungere 6x/8x;**
- **Ottimizzazione della classificazione anche su pannelli più piccoli, come quelli installati su tetti residenziali;**
- **Estensione del modello a nuove tipologie di superfici.**

Gli autori...



Grazie!

Domande?



Technical report and GitHub soon available!

