

# PIANO DI VOLO

## INPUT richiesti

- 1) Scala della cartografia da produrre
- 2) Cartografia di supporto per la redazione del piano

## OUTPUT generati

- 1) scala media dei fotogrammi
- 2) base di presa tra i fotogrammi
- 3) interasse tra le strisciate
- 4) quota assoluta di volo delle strisciate

## VERIFICHE da condurre per validare gli OUTPUT

- 1) verifica alla scala MINIMA (ed eventualmente MASSIMA)
- 2) verifica del RICOPRIMENTO TRASVERSALE (tra strisciate)

## PROCEDURA

- A) Determinazione della scala MEDIA del fotogramma → regola empirica lega la scala della carta da produrre a quella MEDIA dei fotogrammi

SCALA CARTA	FATTORE	SCALA MEDIA FOTOG.	SCALA MINIMA DEI FOTOG. (delta)
1:25000	X 1	1:25000	
1:10000	X 2	1:20000	
1:5000	X 3	1:15000	+1500 (1:16500)
1:2000	X 4	1:8000	+1000 (1:9000)
1:1000	X 5	1:5000	+ 500 (1:5500)
1:500	X 6	1:3000	

**N.B** La progressione di crescita del fattore è legata non tanto a problemi di precisione quanto alla possibilità effettiva di riconoscere univocamente gli oggetti da cartografare previsti per ciascuna scala nominale delle carte.

- B) Determinazione della scala MINIMA del fotogramma → condiziona la precisione nella collimazione (quindi della posizione degli oggetti cartografati) e la riconoscibilità degli oggetti. Si faccia riferimento alla tabella per valori indicativi.

## C) DETERMINAZIONE DEI RICOPRIMENTI

a. I valori STANDARD (terreno non troppo accidentato) risultano:

- LONGITUDINALE: 60%
- TRASVERSALE: 10 – 20%

**b. Valori per terreni ACCIDENTATI**

- LONGITUDINALE: 80% → garantisce doppia copertura stereo (3 fotogrammi inquadrano la stessa zona)
- TRASVERSALE: 30 – 40%

**c. Valori per AMBITO URBANO:** se i finanziamenti lo consentono ci si orienta per la doppia copertura stereo (**L:** 80%, **T:** 20%) arrivando anche alla quadrupla copertura stereo (**L:** 80%, **T:** 60%) qualora si desideri procedere alla produzione di ortofoto di precisione. La soluzione adottata è in genere quella di compromesso: **L:**80%, **T:** 40%

**N:B:** Poiché ad un aumento del ricoprimento corrisponde una riduzione della base di presa, la precisione (soprattutto nella collimazione delle quote, decresce. Pertanto, qualora i ricoprimenti siano elevati occorre volare più bassi (scala media dei fotogrammi un po' più alta) per riportare la precisione entro limiti accettabili.

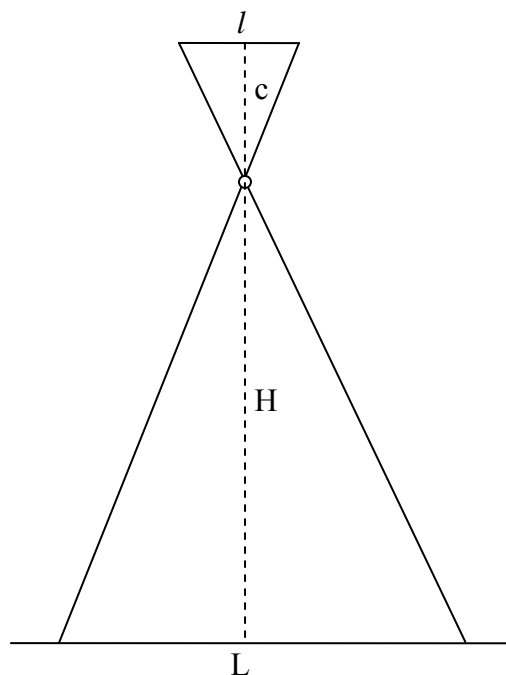
$$\sigma_z = \frac{c \cdot B}{p_\xi^2} \cdot \sigma_\xi = \frac{Z}{c} \cdot \frac{Z}{B} \cdot \sigma_\xi$$

Sulla base dei valori fissati al passo precedente è possibile procedere alla redazione del PdV.

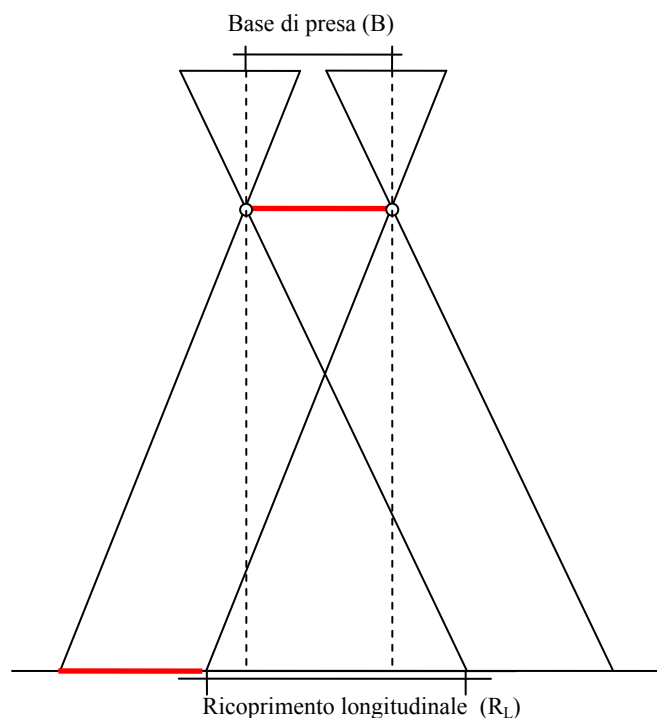
Dalla scala media del fotogramma (s) si ricavano:

a) quota media relativa di volo:  $\frac{c}{H} = \frac{1}{s} \Rightarrow H = c \cdot s \quad c = 150 \text{ mm}$

b) dimensione media a terra del fotogramma:  $\frac{l}{L} = \frac{1}{s} \Rightarrow L = l \cdot s \quad l = 230 \text{ mm}$



Fissati i ricoprimenti posso determinare **la base di presa e l'interasse** tra le strisciate



**BASE di PRESA** (rosso nel disegno):

$$B = L - \mu_L \cdot L = L \cdot (1 - \mu_L) \text{ dove } R_L = \mu_L \cdot L$$

**N. dei FOTOGRAMMI della STRISCIATA (n)**

$$n = \frac{\text{Lunghezza strisciata}}{B} + 1$$

**TEMPO TRA DUE SCATTI SUCCESSIVI**

Ipotizzando una velocità di volo di 400 km/h  $\approx$  100 m/s è possibile avere indicazione circa il tempo tra due scatti successivi

$$v_A = \frac{s}{t} = \frac{B}{t} \Rightarrow t = \frac{B}{v_A}$$

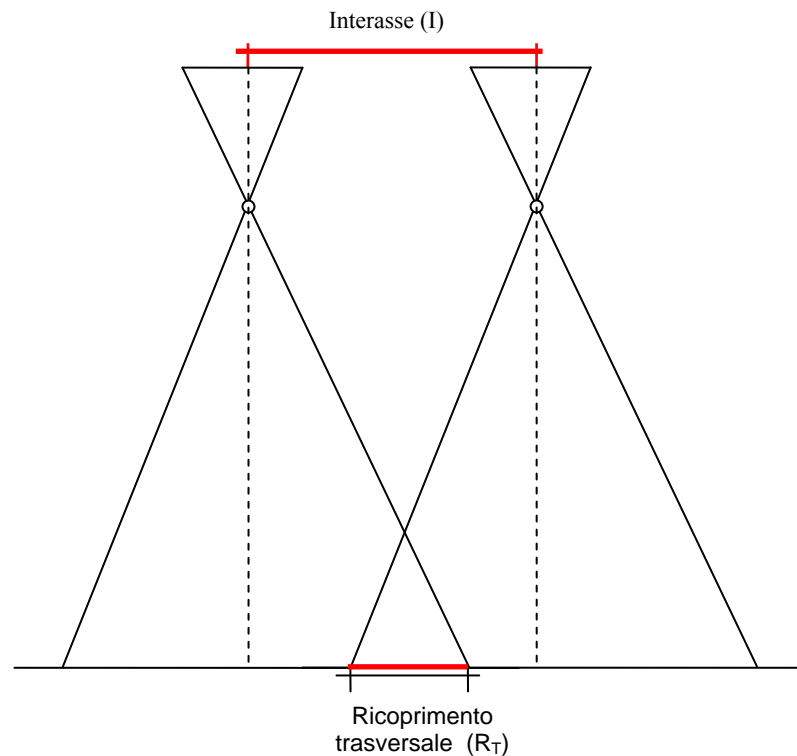
Es.

Scala della carta da produrre : 1:2000  $\rightarrow$  s = 1:8000

L = 0.23x8000 = 1840 m (proiezione a terra del fotogramma)

B = 1840 x 0.4 = 736 m  $\rightarrow$  t = 736 (m) /100 (m/s) = 7.36 sec

**INTERASSE TRA LE STRISCIATE** (meglio volare le strisciate nella stessa direzione soprattutto se c'è vento)



Fissato il ricoprimento trasversale  $\mu_T$  (es. = 0.2) è possibile calcolare la dimensione a terra del ricoprimento trasversale ( $R_T$ ).

$$R_T = \mu_T \cdot L$$

E quindi la dimensione dell'interasse (I) :

$$I = L - \mu_T \cdot L = L \cdot (1 - \mu_T)$$

Proseguendo l'esempio numerico precedente risulta:

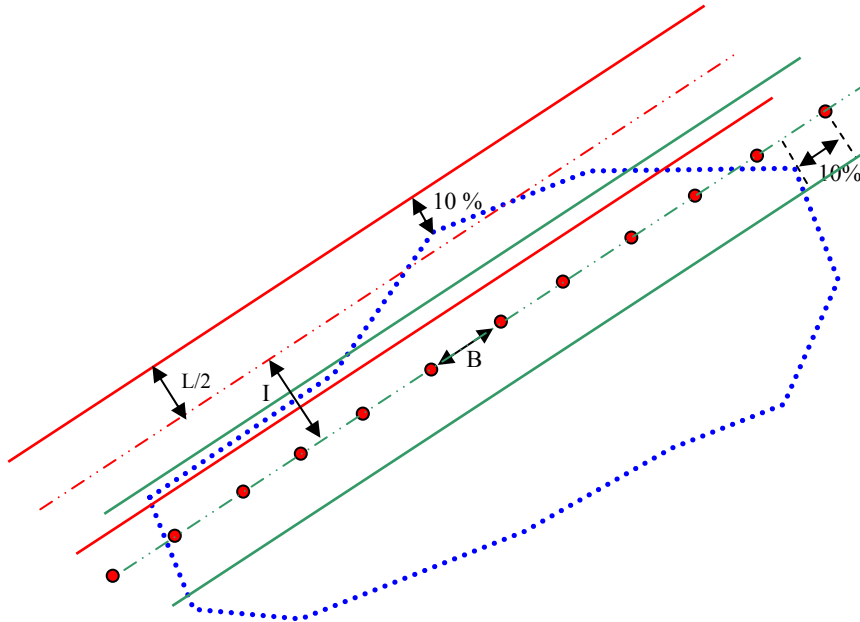
$$I = 1840 \times 0.8 = 1472 \text{ m}$$

## DISEGNO

Sulla base di questi conti preliminari è possibile iniziare a disegnare sulla carta di supporto:

- a) che direzione si dà alle strisciate? → criteri:
1. direzione privilegiata EST-OVEST
  2. ma la direzione deve minimizzare il numero di strisciate necessarie a coprire l'area → volo nella direzione più lunga dell'ingombro
  3. caratteristiche orografiche della zona: si vola parallelamente alle curve di livello in modo da mantenere la quota assoluta di volo costante per ciascuna striscia minimizzando le variazioni di scala del fotogramma.

4. in ambito urbano può risultare utile seguire le direttrici della viabilità principale.
- b) Scelta la direzione si procede da una strisciata esterna all'area da rilevare mantenendo una fascia cautelare aggiuntiva pari al 10 % dell'ampiezza della strisciata (bordo più esterno della strisciata eccede l'area).



Lungo l'asse di ciascuna strisciata fisso la posizione del primo centro di presa, esterno all'area in modo da garantire un eccesso di inquadratura almeno pari al 10% della dimensione del fotogramma. La posizione degli altri centri di presa è determinata aggiungendo progressivamente la base.

Per determinare la quota assoluta di volo (UNA PER STRISCIATA!) da comunicare al pilota si analizza la variabilità altimetrica di ciascuna strisciata reperendo i valori di quota massima ( $Q_{max}$ ) e minima ( $Q_{min}$ ) sulla cartografia.

La quota media del terreno risulta dalla media aritmetica:

$$Q_m = \frac{Q_{max} + Q_{min}}{2}$$

La quota assoluta di volo risulta:

$$Q_v = Q_m + H$$

Le eventuali approssimazioni (da apportare sempre per difetto) devono tener conto della precisione degli altimetri (50 m).

N.B. se strisciate adiacenti hanno più o meno la stessa  $Q_v$  si assegna a tutte la quota più bassa.

La  $Q_v$  di ogni strisciata deve essere riportata sull'elaborato finale.

Str. 1 Qv = 1750 m

---

## CONTENUTI DELL'ELABORATO FINALE

1. asse delle strisciate (senza centri di presa generalmente);
2. Punto di inizio e fine della strisciata (primo e ultimo centro di presa);
3. Quota di volo assoluta di ogni strisciata;
4. Numero identificativo della strisciata.

## VERIFICHE

### 1. Verifica della scala MINIMA (da condurre per ogni strisciata).

Lungo ogni strisciata deve essere garantita (limite inferiore) la scala media prevista in sede di capitolato e ritenuta idonea alla produzione della cartografia richiesta (quella dedotta dalla tabella).

Il parametro critico da verificare è  $Q_{\min}$  (del terreno), cioè quella corrispondente alla  $H$  (quota relativa di volo) massima  $\rightarrow H_{\max} = Q_v - Q_{\min}$

Nota  $H_{\max}$  è possibile determinare il fattore di scala (denominatore del rapporto di scala) massimo (che cioè determina la scala massima):

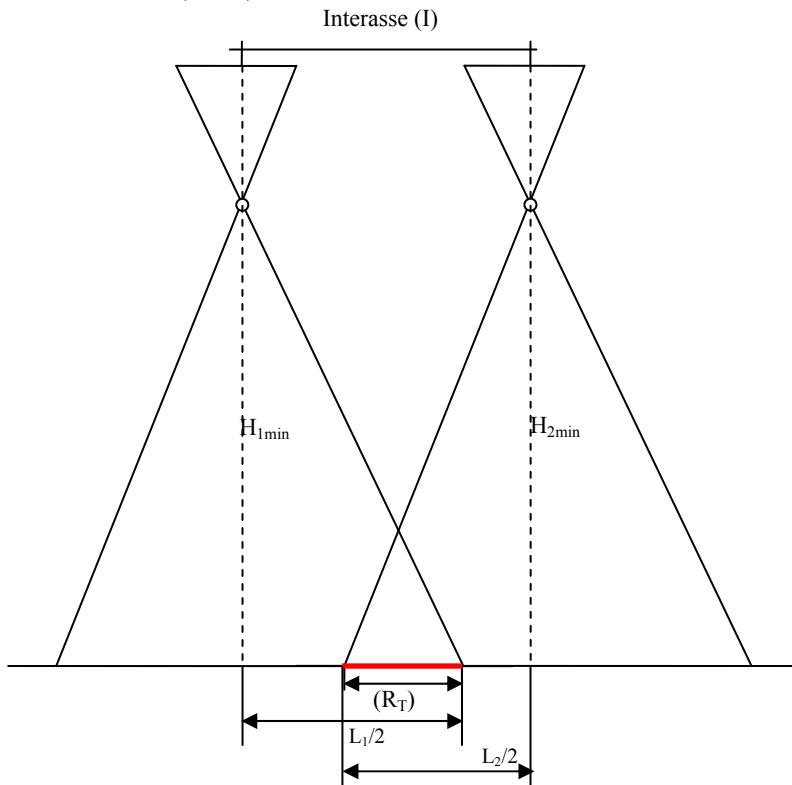
$$S_{\max} = H_{\min} / c < S_{\text{capitolato}}$$

Se non è verificata questa condizione è necessario abbassare la strisciata (o cambiare focale della camera). L'interesse viene lasciato inalterato ma i ricoprimenti diminuiscono (verificare che non diminuiscano troppo).

## 2. Verifica del ricoprimento TRASVERSALE (tra strisciate)

Per ogni fascia di sovrapposizione tra strisciate adiacenti si deve verificare che nella situazione peggiore (quota relativa di volo minima per la quale la proiezione a terra del fotogramma è minima) sia verificata la sovrapposizione minima prevista (fissata da capitolato).

La quota relativa di volo minima ( $H_{\min}$ ) viene verificata in corrispondenza della quota massima del terreno ( $Q_{\max}$ ) letta sulla carta.



$$H_{1\min} = Q_{v1} - Q_{\max}$$

$$H_{2\min} = Q_{v2} - Q_{\max}$$

Calcolo i fattori di scala (del fotogramma) corrispondenti alle due H precedentemente definite:

$$s_1 = H_{1\min} / c$$

$$s_2 = H_{2\min} / c$$

Da queste calcolo le dimensioni  $L_{1\min}$  e  $L_{2\min}$  del fotogramma a terra:

$$L_1 = l \cdot s_1$$

$$L_2 = l \cdot s_2$$

E procedo alle seguenti verifiche:

1. se  $\frac{L_1}{2} + \frac{L_2}{2} < I(\text{interasse}) \Rightarrow$  NON si ha copertura  $\rightarrow$  se questa risulta soddisfatta allora si procede alla seconda verifica che deve analizzare la rispondenza dei ricoprimenti laterali rispetto ai valori dichiarati (es. 20%)

2. se  $\frac{\left(\frac{L_1}{2} + \frac{L_2}{2} - I\right)}{L} > \mu_{T\min}$  dove  $L = \min [L_1, L_2] \rightarrow$  OK altrimenti sposto (a sensazione) l'INTERASSE.