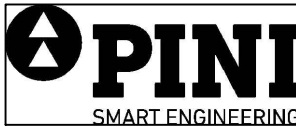


Lavori per il miglioramento delle condizioni di sicurezza della S.S. n° 36 dal Km 27+800 al Km 44+300, tratta Giussano-Civate lungo la Strada Statale n° 36 "del Lago di Como e dello Spluga"

PROGETTO DEFINITIVO

COD. SIL. NOMSMI00668

PROGETTISTA



I PROGETTISTI:

Ing. Andrea Polli
Ordine degli Ingegneri Roma N°A19540

IL RESPONSABILE DEL S.I.A.:

Ing. Andrea Polli
Ordine degli Ingegneri Roma N°A19540

IL GEOLOGO:

Dott. Geol. Lorenzo Verzani
Ordine dei Geologi della Lombardia N°1234

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Ing. Marco Meneguzzer
Ordine degli Ingegneri della provincia di Trento N°1483

VISTO:

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO : *Ing. Pietro Gualandi*
IL DIRETTORE DELL'ESECUZIONE DEL CONTRATTO: *Ing. Emanuele Fiorenza*

PROTOCOLLO

—

DATA

Aprile 2022

ELENCO ELABORATI
Relazione su rilievi planoaltimetrici

CODICE PROGETTO

PROGETTO LIV. PROG. N. PROG.

- - MSM I 06 D 2 1 0 1

NOME FILE

T00EG00GENRE02_B

CODICE ELAB. T 0 0 E G 0 0 G E N R E 0 2

REVISIONE

SCALA:

B

B

Revisione per istruttoria ANAS

Aprile 2023

M. Schiavo

M. Del Fedele

A. Polli

A

Emissione Progetto Definitivo

08/04/2022

M. Schiavo

E. Trussoni

F. Bontempi

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

COMMITTENTE:



COMMESSA 3448:

*Rilievi Aerofotogrammetrici e Topografici
Sulla SS36 "del lago di Como e dello Spluga" per una superficie di circa 100 Ha*

Elaborato:

Relazione Tecnica

Restituzione Cartografica

Pagine
1 di 12



A Z I E N D A

Piazzale Donatello n ° 4, 50132 - FIRENZE
Tel. +39 055 461526 – Fax +39 055 496133
E-mail: info@rossiluiigifirenze.it
Website: www.rossiluiigifirenze.it

IMPR. ROSSILUIIGI

INDICE

1. PREMESSA.....	2
2. RESTITUZIONE.....	2
3. EDITING GRAFICO PER LA PRODUZIONE DELLA CARTOGRAFIA.....	6
4. ORTOFOTO.....	9
5. PARAMETRI DI TRASFORMAZIONE NEL SISTEMA LOCALE DI COORDINATE RETTILINEE	10

1. PREMESSA

La presente relazione ha per oggetto la descrizione delle attività svolte per l'esecuzione della cartografia Aerofotogrammetrica in formato digitale tridimensionale in scala 1:1000 delle aree individuate nell'ordine di prestazione di servizi 073/21 per Rilievi Aerofotogrammetrici e topografici

Sulla SS36 "del lago di Como e dello Spluga" per una superficie di circa 100 Ha.

2. RESTITUZIONE

Per la realizzazione della cartografia sono stati utilizzati i fotogrammi provenienti dal nuovo volo 2021 realizzato ad Hoc della scrivente in formato nativo Tagged Image Format File (TIFF), nonché i relativi dati necessari per l'orientamento interno ed esterno di ciascun fotogramma in relazione alla fonte d'acquisizione immagini, alle registrazioni GPS+INS e successivi post-processing (TA). Per ottenere un migliore ambiente di visualizzazione sono state prodotte, partendo dai fotogrammi originali, le coppie epipolari che garantiscono un movimento fluido nell'esplorazione del modello stereoscopico annullando eventuali problemi di parallasse.

Per la fase di restituzione è stato utilizzato il software Micromap della Geoin Srl.

L'operatore ha iniziato la vettorializzazione di tutto quanto risulti visibile ed interpretabile. Aspetto fondamentale per l'esecuzione di tutti i processi dove entra in gioco la componente altimetrica, è l'allineamento della percezione stereoscopica da parte di tutti i restituitisti impiegati nel processo di produzione. A tale scopo è stato utilizzato il seguente metodo :

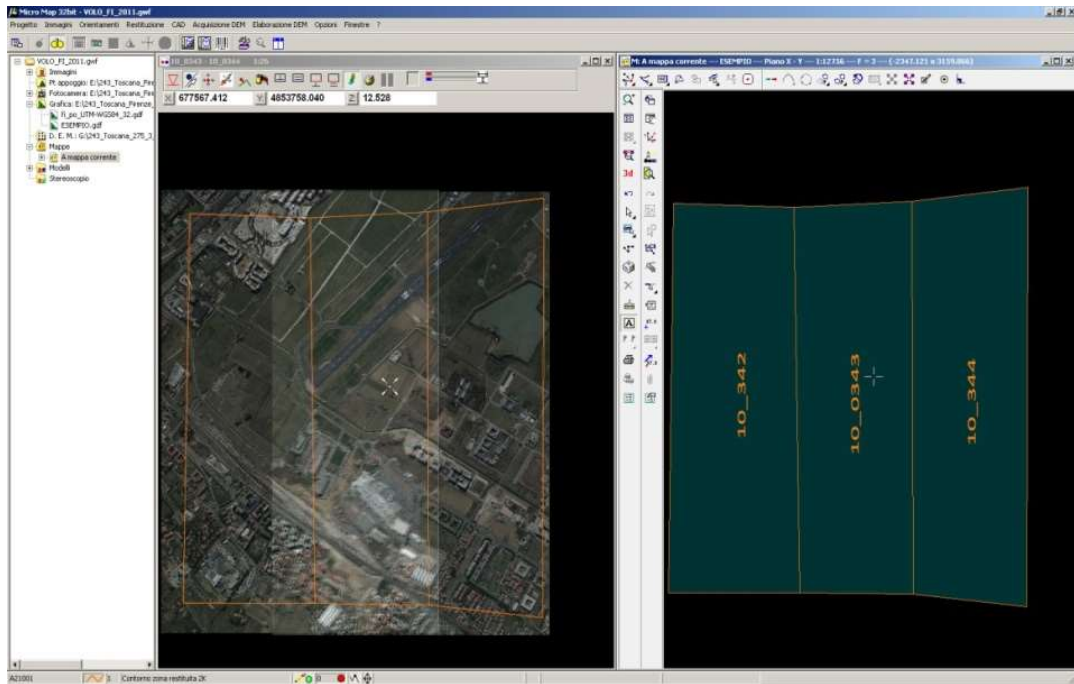
Sono stati fatti leggere dei Punti di Appoggio Fotografici a campione a tutti i restituitisti del gruppo di lavoro per verificare quali siano quelli con letture più

omogenee e correggere eventuali scostamenti per uniformare gli altri operatori alla media delle letture proposte. Tale operazione ha permesso di comprimere i tempi di esecuzione della fase di restituzione grafica ottenendo un miglior prodotto qualitativamente omogeneo.

Ogni elemento è stato codificato con una libreria interna direttamente derivata dai layer previsti dal capitolato Anas. Questo ha permesso la completezza d'uso delle codifiche previste senza interpretazioni anomale. Le primitive concorrono alla preparazione del tappeto delle aree per la copertura topologica del suolo. Ogni elemento è stato acquisito nelle tre dimensioni (x,y e quota). Sono stati introdotti i semi per la popolazione delle aree che contribuiranno alla completa copertura topologica della zona da cartografare. Oltre ai semi, univoci per ogni area, sono stati introdotti tanti altri semi volti alla popolazione degli attributi previsti per ogni classe (multicentroide) che non concorrono alla formazione dell'area, ma ne definiscono ulteriori caratteristiche previste dalle specifiche suddette. I criteri di acquisizione delle polilinee e i rispettivi parametri di snap sono stati fissati in modo da garantire le tolleranze richieste. Durante la fase di restituzione sono state adottate le seguenti specifiche:

- utilizzo delle funzioni di snap 2D e 3D con inserimento automatico del vertice di intersezione, per ottenere la perfetta congruenza plano-altimetrica di quanto restituito
- imposizione di tolleranze di cattura non superiori al σ di acquisizione alla scala della carta per evitare false congruenze
- impiego della superimposizione del modello stereoscopico, per controllare la correttezza altimetrica di quanto restituito e ridurre il rischio di omissioni

- restituzione dell'edificato in forma poligonale alla quota di gronda con sgrondatura logica allo strumento e inserimento di un punto quota a terra per l'attribuzione altimetrica al suolo del perimetro dell'edificio nel caso di dislivelli tra i vertici inferiori a 1σ altimetrico.



- restituzione degli oggetti in modalità arco - nodo con inserimento di centroidi per la successiva costruzione delle entità poligonali; come per l'edificato gli oggetti che nella realtà sono già poligonali sono stati acquisiti già nella forma geometrica corretta.
- Durante la fase di restituzione hanno assunto particolare criticità le situazioni di lacune stereoscopiche, come ad esempio quelle determinate dalla occlusione dovuta alla deformazione prospettica dei fabbricati o copertura totale o parziale da parte di consistente vegetazione. Il restituitista ha segnalato le criticità o zone di dubbia interpretazione che sono state

evidenziate con una linea o con un poligono, per permettere la loro definizione nella successiva fase di ricognizione.

- Per la fase di restituzione è stato utilizzato il software **Micromap** della Geoin Srl avente le seguenti caratteristiche tecniche :

Specifiche tecniche del software fotogrammetrico

Micromap

Modulo Base

- Visualizzazione delle immagini (in monocopia)
- Import ed export tra i formati TIFF, ECW, BMP e JPEG2000



Modulo Orientamenti

- Definizione del file della fotocamera
- Impostazione del file dei punti d'appoggio
- Orientamento interno (operazione non necessaria nel caso di fotocamera digitale)
- Orientamento esterno vertice di piramide
- Orientamento esterno direct linear transformation DLT
- Orientamento relativo ed assoluto (attivabile solo se è presente anche il modulo stereoscopico per scheda stereo-ready)
- Stampa dei protocolli di orientamento

Modulo stereovisione con anaglifi

- Visione stereoscopica di immagini non orientate con la possibilità di correggere la parallasse tramite correlazione d'immagini
- Visionare immagini orientate in modalità coordinate oggetto (correzione automatica della parallasse)

Modulo stereovisione per schede grafiche stereo-ready

- Visione stereoscopica di immagini non orientate
- Visione di stereomodelli già orientati in modalità coordinate oggetto



Modulo CAD Visualizzazione

- Importazione di disegni dai formati DCT, DGN, DXF, SHP
- Visualizzazione di più disegni e immagini geo-referenziate
- Zoom, pan
- Selezione di elementi e visualizzazione delle loro informazioni geometriche

Modulo CAD versione Base

- Export dei disegni nei formati DCT, DXF, DGN, SHP
- Creazione di nuovi elementi in modalità puntuale o stream
- Cancellazione di elementi
- Modifica di entità (sposta vertice, inserisce vertice, cancella vertice, sposta lato)
- Creazione di elementi paralleli
- Trasla e copia di entità
- Funzione trim ed estendi
- Stampa del disegno

Modulo CAD versione Professional

- Funzione spline
- Vestizione degli elementi
- Creazione e modifica della simbologia
- Interpolazione di curve di livello
- Ricostruzione di aree
- Operazioni topologiche sulle aree
- Digitalizzazione semi-automatica di mappe raster bi-level

Modulo CAD versione Data Base



- Collegamento mediante ODBC ad una base dati relazionale.
- Possibilità di creare e modificare le tabelle
- Aggancio di tabelle a layers geografici
- Possibilità di definire nelle tabelle dei campi quali area, perimetro, volume che il sistema riempirà automaticamente
- Possibilità di riempire la tabella in fase di terminazione dell'acquisizione geometrica
- Modifica in qualunque momento dei dati associati ad un elemento geometrico
- Query spaziali ed alfanumeriche
- Join
- Visualizzazione dei dati associati agli elementi selezionati
- Visualizzazione degli elementi individuati in base agli attributi

Modulo acquisizione Modello Numerico

- Definizione della regione da acquisire, indicando il perimetro eventuali aree di esclusione ed il passo di scansione

- Acquisizione automatica in base ad una serie di parametri impostati dall'operatore
- Acquisizione manuale dell'intero modello o solo dei punti non acquisiti automaticamente
- Visualizzazione del dem sovrapposto al modello stereoscopico
- Visualizzazione assometrica dei dati acquisiti ed interazione con lo stereomodello
- Conversione del modello acquisito in formato nod o in formato vettoriale

Modulo ortoproiezione

- Effettuare l'ortoproiezione di immagini orientate e corredate di dtm
- Effettuare il raddrizzamento di immagini georeferenziate
- Mosaicare le immagini ortogonalizzate o raddrizzate. Possibilità di equalizzazione automatica della radiometria
- Correzioni radiometriche e funzione gradiente per rendere meno evidenti i passaggi tra due fotogrammi in corrispondenza della zona di giunzione
- Funzione di ritocco per mettere delle 'toppe' sull'ortofoto prelevando il particolare dall'immagine in cui appare migliore
- Taglio con possibilità di ruotare l'immagine finale
- Reasterizzazione di ortofotografie con sovrapposti elementi vettoriali

Modulo elaborazione DTM

- Creazione del tin a partire da file vettoriale tridimensionale o da file ASCII di punti
- Ricampionamento a passo regolare
- Unione, taglio e sfoltimento di modelli numerici
- Generazione di curve di livello
- Calcolo di profili
- Quotatura di disegni bidimensionali
- Calcolo di volumi e superfici
- Export in formato DXF come punti o come mesh
- Produzione di mappe tematiche (altezze, pendenze, esposizioni)
- Proiezioni di immagini georeferenziate sul modello numerico.

Modulo Triangolazione Aerea

- Misura coordinate lastra in modalità semiautomatica
- Compensazione a modelli indipendenti
- Compensazione a stelle proiettive
- Presentazione risultati con facilitazioni per la ricerca degli errori
- Dati di orientamento per ogni fotogramma

3. EDITING GRAFICO PER LA PRODUZIONE DELLA CARTOGRAFIA

La strutturazione del Servizio richiede una attività di normalizzazione ed armonizzazione per rendere i dati compatibili e rispondenti alle specifiche tecniche di Anas, garantendo così un corretto continuo territoriale e di fornire al progettista una cartografia adatta agli scopi della progettazione. La metodologia proposta per la formazione della cartografia è stata composta da una serie di procedure organizzate in fasi operative che hanno consentito di convertire le informazioni provenienti dalla fase di restituzione e ricognizione, in una struttura, sulla quale si è proceduto all'esecuzione di verifiche preventive del tipo: qualità e consistenza dei dati prodotti, reiterazione delle diverse fasi, replicabilità su tutto il territorio di interesse, facilità di controllo dei risultati nelle diverse fasi di lavoro.

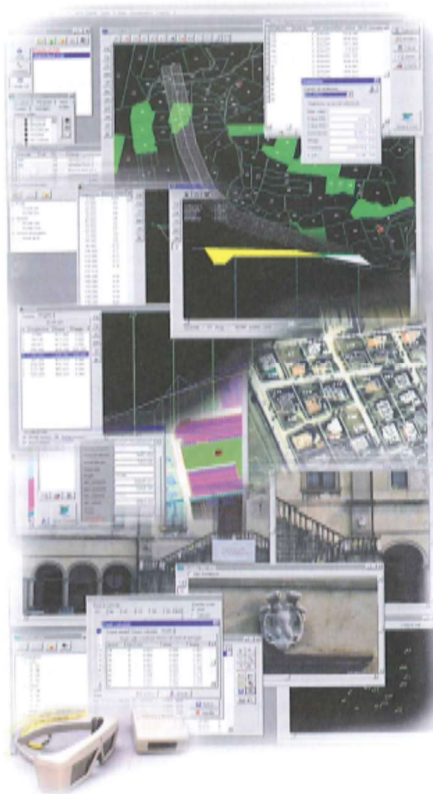
Il formato di fornitura è il DXF e la cartografia è stata consegnata in Scala 3D non vestita e in Scala 2D con vestizione nel sistema riferimento richiesto da Anas nonché in coordinate Rettilinee. I dati cartografici provenienti dalla restituzione sono stati elaborati ed organizzati in modo da produrre un file cartografico che faccia riferimento alle specifiche ANAS.

I file sono stati organizzati gerarchicamente in Layer come da Specifiche Anas.

La modellizzazione del file cartografico è avvenuta con l'ausilio di appositi software (**GCARTO della Geosoft**).

GCARTO

La nuova generazione del software per il territorio



Finalmente puoi avere un unico ambiente per tutte le applicazioni del territorio :

- Produzione di cartografia
- Gestione raster - vector
- Modelli digitali del terreno
- Sistemi informativi territoriali
- Progettazione stradale
- Ortofoto
- Fotogrammetria digitale

Tutto questo è *GCARTO*, l'ambiente integrato per la cartografia, il GIS e la progettazione stradale prodotto da Geosoft.

Le più importanti aziende italiane hanno scelto *GCARTO* per produrre la cartografia, forse anche quella che usi anche tu.

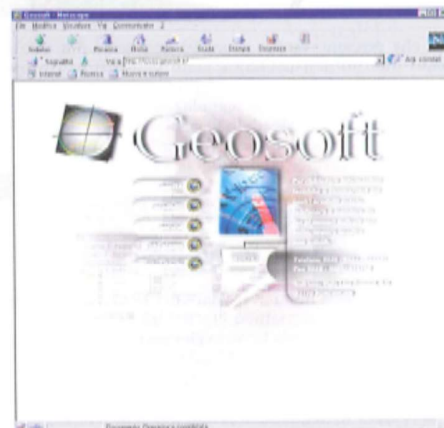
Perché non adottare lo stesso software anche per utilizzarla e gestirla?

GCARTO non è un semplice CAD, ma un pacchetto modulare di soluzioni adattabile su misura alle tue esigenze.

Non ti obbliga a programmare per interfacciarti con il mondo esterno, perché è dotato di più di 15 filtri di import/export accuratamente studiati. La varietà dei moduli a disposizione ti permette di affrontare qualsiasi tipo di problema. Contattaci per vedere con quale facilità e velocità *GCARTO* è in grado di lavorare sui tuoi progetti!


Geosoft

Mapping, GIS and Digital Photogrammetry systems
 Viale Lino Zanussi 8/d - 33170 Pordenone (Italy)
 tel. (0434) 571581 - fax (0434) 573708



www.geosoft.it

Infatti, tale software viene utilizzato per la creazione e l'uso di mappe, compilazione di dati geografici, analisi di mappe, condivisione di informazioni geografiche e

Rilievi Aerofotogrammetrici e topografici
Sulla SS36 "del lago di Como e dello Spluga" per una superficie di circa 100 Ha

gestione delle informazioni geografiche in una base di dati. Inoltre permette la gestione della terza dimensione senza perdita dei dati acquisiti con le precedenti fasi e permette la ricostruzione dei volumi degli edifici e di tutti gli elementi che si sviluppano in verticale ottenendo in questo modo una modellazione completa degli oggetti acquisiti.

In particolare per la Cartografia richiesta in scala 1:1000, si è proceduto allo sfoltimento d'alcuni oggetti come ad esempio: curve di livello, punti quota, elementi puntuali simbolici, per rendere la cartografia prodotta congruente con una cartografia alla scala richiesta. Tutte queste operazioni sono state eseguite in modo automatico; attraverso procedure presenti all'interno del software . Si è proceduto a scalare i testi delle quote e della toponomastica per renderli congruenti alla scala 1:1000. Per quanto riguarda la simbologia e le vestizioni, il software ci permette impostando la scala d'uscita di scalare automaticamente i simboli.

Al termine delle operazioni di controllo d'integrazione si è proceduto alla conversione dei codici secondo le Specifiche Tecniche, aggiungendo dei layer che ritenevamo indispensabili per una corretta compilazione della carta a scala 1:1000, ed alla preparazione dei files 3d e 2d di consegna. Nei files Autocad abbiamo convertito i codici invisibili e di chiusura aree evidenziandoli con un segno “-“ davanti al layer. Quindi abbiamo trasformato i nostri files 3d in formato Autocad. Si è proceduto infine alla generazione di un file totale della cartografia scala 1:1000 e 2d e 3d.

4. ORTOFOTO

Le ortofoto sono il risultato di due processi consecutivi: la proiezione ortogonale dei fotogrammi ed il successivo mosaico. L'intero processo produttivo di ortoproiezione è stato realizzato utilizzando applicazioni software di georeferenziazione delle immagini installate su postazioni fotogrammetriche dotate di schermo secondario 3D e mouse 3D e corredate, inoltre, di un sistema di calcolo multiprocessore per velocizzare le operazioni non interattive. Nel nostro caso il software utilizzato è il Micromap della Geoin.

Tutte le fasi del processamento sono state concretizzate seguendo delle procedure operative codificate del software, con continuo controllo di qualità dei semilavorati ottenuti; le procedure di controllo hanno individuato le operazioni da effettuare per la verifica e le azioni correttive da adottare in caso di mancato soddisfacimento dei requisiti di qualità. Ogni ortofoto, comunque, è il frutto del mosaico di più fotogrammi (in alcuni rari casi volati in condizioni non omogenee) e può presentare, quindi, alcune variazioni radiometriche non conseguenti ad analoghe variazioni degli elementi del territorio. Le immagini sono state ortogonalizzate con il DTM realizzato dalla restituzione cartografica, utilizzando quindi tutti gli elementi altimetrici come curve di livello, punti quota e break-line, aree idriche e stradali. Sono state realizzate Ortofoto con un pixel medio di 10 cm in formato TIFF e TFW ed ECW.

Nel flusso produttivo è stata quindi introdotta una fase interattiva piuttosto pesante dedicata alla definizione delle linee di taglio (seamline) , supportata da strumenti in grado di assicurare:

- equalizzazione per minimizzare le differenze radiometriche con eliminazione di eventuali punti caldi;

- generazione automatica delle linee di taglio;
- editing delle linee di taglio;
- generazione ortomosaico finale.

A maggior garanzia della qualità complessiva del prodotto, è stato effettuato un controllo di qualità al termine delle operazioni di processamento dell'ortofoto; in particolare:

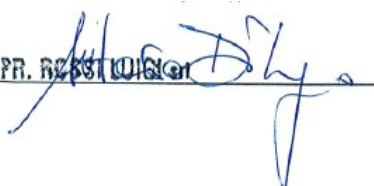
- un controllo di tipo radiometrico, effettuato visualizzando sia le ortofoto che i fotogrammi, con l'obiettivo di evidenziare la presenza di nuvole, saturazioni ed altre anomalie radiometriche;

5. PARAMETRI DI TRASFORMAZIONE NEL SISTEMA LOCALE DI COORDINATE RETTILINEE

Il sistema locale creato per il progetto dell'intervento Sulla SS36 "del lago di Como e dello Spluga" è stato realizzato utilizzando i parametri di seguito elencati:

- Sistema geodetico ETRF 2000, pseudo UTM
 - Meridiano centrale : 9.27528742° (sessadecimali);
 - Fattore di scala sul meridiano centrale: 1.000047915
 - Falsa origine Est: 521408.00 m
 - Falsa origine Nord: 5067452.00 m

Firenze 25/10/2021

IMPR. RESTITUZIONI




RELAZIONE TECNICA – PIANO DI VOLO SS36

Rilievo aereo con camera ottica per progetto ANAS a scala 1:1000

Trento, 15 Luglio 2021.

Introduzione

L'area di progetto SS36 in provincia di Lecco include un corridoio di circa 16 km lungo la SS36 e un'area circolare con superficie complessiva di 7.9 km² circa (Figura 1). Oltre alla SS36, essa copre bassa vegetazione, arbusti sparsi, zone industriali e zone semi-urbane. Per le caratteristiche morfologiche del terreno, il tipo di copertura, l'utilizzo del suolo, e l'assenza di copertura forestale, si propone di acquisire immagini aeree con camera ottica per realizzare la cartografia in modo completo, secondo le precisioni e accuratezze indicate nel Capitolato.

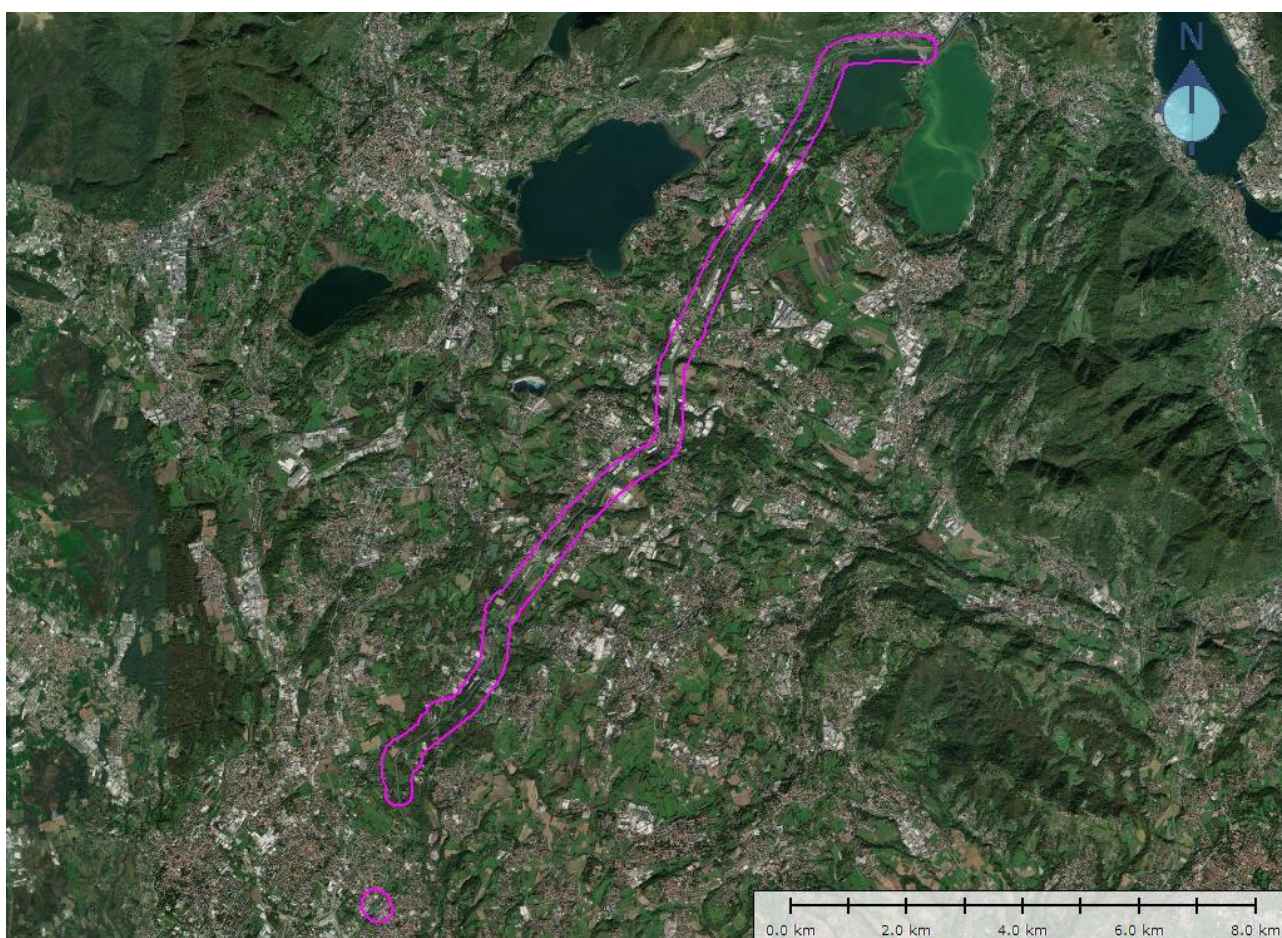


Figura 1. In viola: area di progetto SS36.

Ripresa Aerofotogrammetrica

La ripresa aerofotogrammetrica sarà realizzata con la camera **UltraCam Osprey 4.1**, con **focale 80 mm (camera nadirale)**, il cui certificato di calibrazione è disponibile nel file *434S22717X710284-f120_Rev01.00_V01.pdf*.

Le immagini avranno ricoprimento longitudinale 80%, ricoprimento trasversale 40% e GSD medio 5 cm.

Durante il volo saranno assicurate le idonee condizioni di configurazione dei satelliti GPS e saranno utilizzate sul terreno le stazioni Servizio di Posizionamento Interregionale GNSS di Regione Piemonte, Regione Lombardia e Regione Autonoma Valle d'Aosta denominate LECO (Lecco, latitudine 45° 50' 55.896748" N, longitudine 9° 23' 47.600993" E, quota 274.288 m, ricevitore TPS NET-G3A, antenna

TPSCR3_GGD CONE) e MIL2 (Milano, latitudine 45° 28' 42.127070" N, longitudine 9° 13' 45.166341" E, quota 191.125 m, ricevitore TPS NET-G, antenna TPSCR3_GGD CONE). La distribuzione definitiva sarà stabilita in base al corretto funzionamento delle stazioni. Ulteriori informazioni sulle rete sono disponibili al sito <https://www.spingnss.it/spiderweb/frmlIndex.aspx> . Il volo includerà 5 strisciate e 483 immagini. Le caratteristiche delle strisciate sono riportate in Tabella 1. Il piano di volo è rappresentato in Figura 2 (grafico su base cartografica).

Si allegano i seguenti file vettoriali nel sistema di riferimento UTM32N ETRS89:

- Assi delle strisciate in formato SHP file;
- Centri di presa in formato SHP file;
- Impronte a terra delle immagini in formato SHP file.

Tabella 1. Caratteristiche delle strisciate del piano di volo di SS36.

Strisciata	QUOTA	QUOTA	Lunghezza focale (m)	RL (%)	Numero immagini	GSD (cm)			Scala			Lunghezza (km)
	AMSL (m)	AMSL (ft)				Min/Media/Max	Media / Min / Max					
1	1.360	4.465	0.08	80%	64	4,5	4,8	5,1	10.761	8.248	11.372	13,0
2	1.360	4.465	0.08	80%	69	4,8	5,0	5,2	10.873	9.840	11.333	18,5
3	1.360	4.465	0.08	80%	71	4,8	4,9	5,2	10.908	10.308	11.333	18,8
4	1.360	4.465	0.08	80%	63	4,8	5,0	5,1	10.761	10.238	11.243	10,8
5	1.360	4.465	0.08	80%	59	4,9	5,0	5,0	10.864	10.606	11.313	4,0

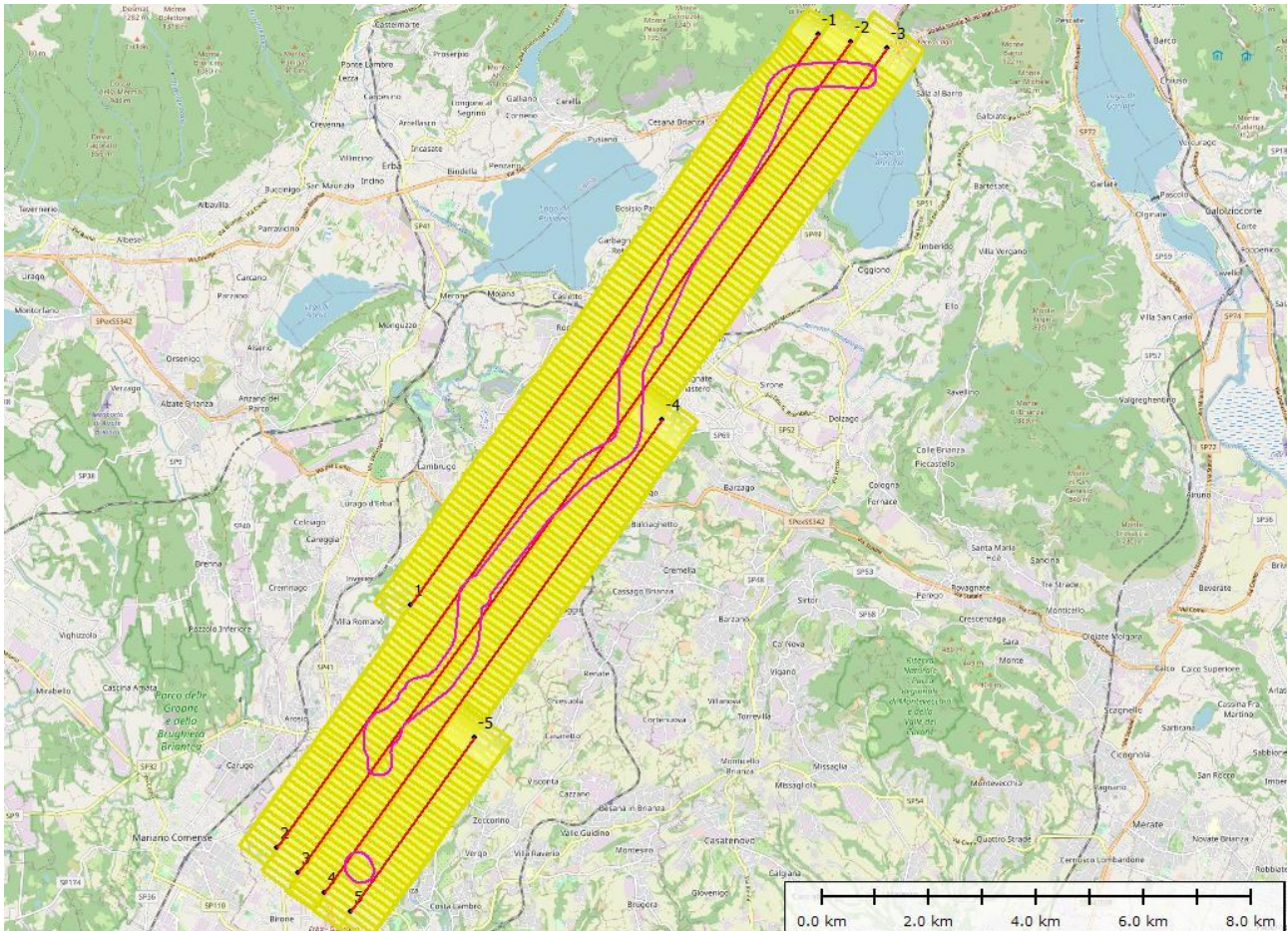


Figura 2. Grafico del piano di volo, SS36.



RELAZIONE TECNICA – TA SS36

Rilievo aereo con camera ottica per progetto ANAS a scala 1:1000

Trento, 9 Settembre 2021.

Triangolazione Aerea

La triangolazione aerea (TA) è stata eseguita con il software Match-AT della Inpho. La descrizione del software e dell'approccio usato per la triangolazione aerea è disponibile nel documento *Inpho_MATCH-AT_english.pdf*. I punti a terra sono stati scelti per garantire una corretta distribuzione nell'area del progetto e sono stati misurati con tecniche topografiche di precisione dalla società Impresa Rossi Luigi di Firenze. La distribuzione dei punti e il loro utilizzo all'interno della TA come punti di appoggio (GCP) o di controllo (CHK) planimetrici e altimetrici sono visualizzati in Figura 1 e riassunti in Tabella 1.

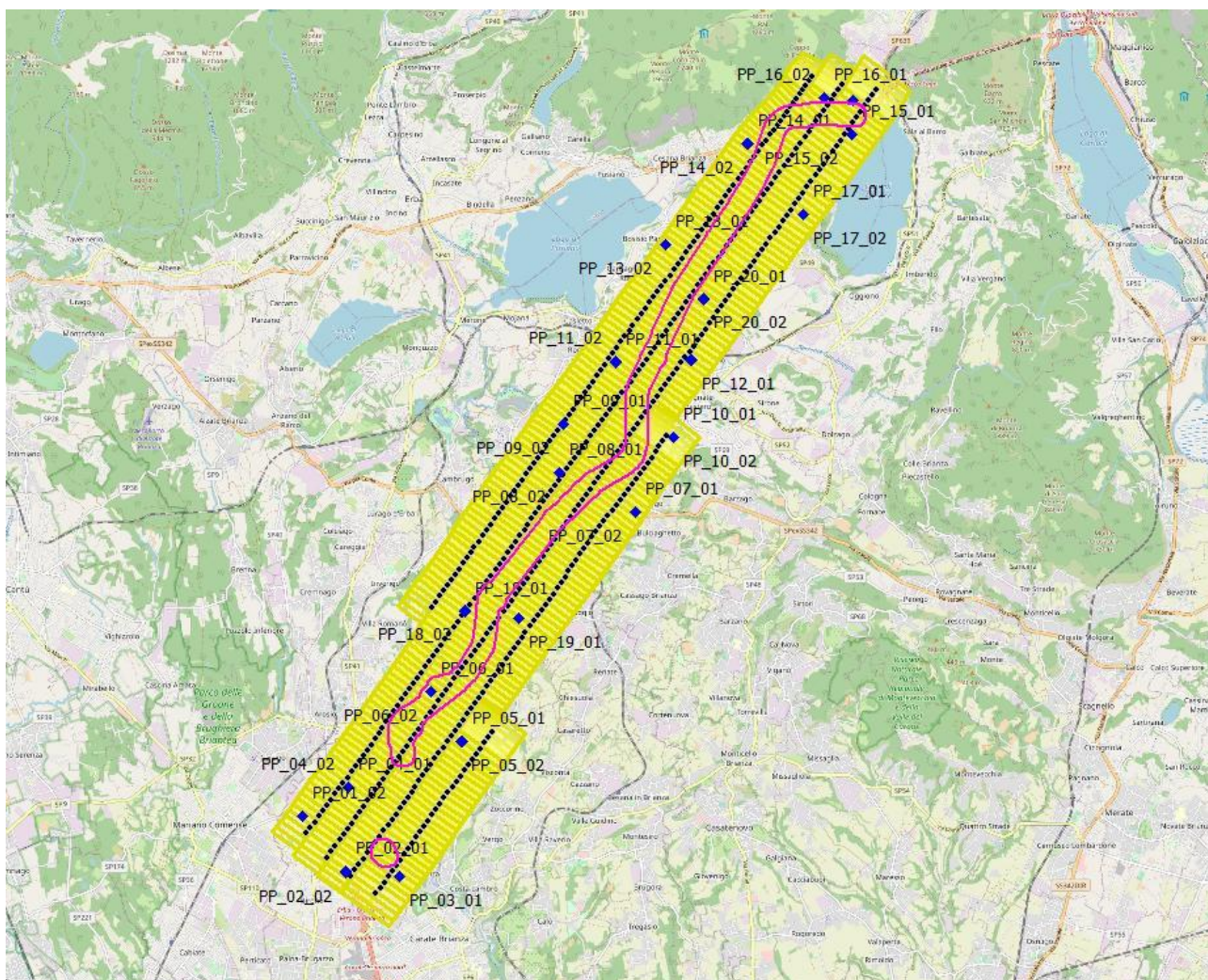


Figura 1. Grafico del volo e TA dell'area SS36 con perimetro dell'area di progetto, impronte delle immagini, posizione dei centri di presa e posizione dei punti a terra.

Tabella 1. Lista dei GCP e CHK inseriti nella TA di SS36.

	GCP planimetrico	GCP altimetrico	CHK planimetrico	CHK altimetrico
PP_01_01	X	X		
PP_01_02			X	X
PP_02_01	X	X		
PP_02_02			X	X
PP_03_01			X	X
PP_03_02	X	X		
PP_04_01			X	X
PP_04_02	X	X		
PP_05_01			X	X
PP_05_02	X	X		
PP_06_01			X	X
PP_06_02	X	X		
PP_07_01			X	X
PP_07_02	X	X		
PP_08_01			X	X
PP_08_02	X	X		
PP_09_01			X	X
PP_09_02	X	X		
PP_11_01	X	X		
PP_11_02			X	X
PP_12_01	X	X		
PP_12_02	X	X		
PP_13_01			X	X
PP_13_02	X	X		
PP_14_01	X	X		
PP_14_02	X	X		
PP_15_01			X	X
PP_15_02	X	X		
PP_16_01			X	X
PP_16_02	X	X		
PP_17_01	X	X		
PP_18_01	X	X		
PP_18_02	X	X		
PP_19_01	X	X		
PP_19_02			X	X
PP_20_01	X	X		
PP_20_02			X	X
PP_42_01			X	X
PP_42_02	X	X		

Durante la triangolazione aerea, eseguita sulle 483 immagini, sono stati estratti automaticamente 77.831 punti di legame e sono stati stimati le coordinate dei punti a terra e l'orientamento esterno delle immagini. Le statistiche complete sono riportate nel file allegato *aat.html* e riassunte nella seguente tabella.

Tabella 2. Statistiche principali della TA di S36.

	Deviazione standard a-priori		RMSE
GCP planimetria	0,030 m (X) / 0,030 m (Y)		0,026 m (X) / 0,024 m (Y)
GCP altimetria	0,050 m		0,034 m
CHK planimetria	0,030 m (X) / 0,030 m (Y)		0,034 m (X) / 0,033 m (Y)
CHK altimetria	0,050 m		0,054 m
Punti immagine automatici	0,004 mm	0,5 micron (x) / 0,5 micron (y)	
Punti immagine misurati manualmente	0,002 mm	1,0 micron (x) / 1,0 micron (y)	
GNSS (X/Y/Z)	0,050 m / 0,050 m / 0,075 m		0,023 m / 0,031 m / 0,015 m
IMU (omega / phi / kappa)	0,003° / 0,003° / 0,006°		0,0013° / 0,0016° / 0,0032°
Sigma- naught	1,0 micron		0,7 micron

La consegna include:

- Risultati Triangolazione Aerea;
- Relazione TA.



RELAZIONE TECNICA – VOLO SS36

Rilievo aereo con camera ottica per progetto ANAS a scala 1:1000

Trento, 8 Settembre 2021.

Volo fotogrammetrico

Il volo fotogrammetrico per il progetto SS36 è stato eseguito con la camera **UltraCam Osprey 4.1 con focale 80 mm**, secondo le modalità descritte nel documento *“RELAZIONE TECNICA - PIANI DI VOLO Rilievi aerei con camera ottica per progetti ANAS a scala 1:1000”* e *“RELAZIONE TECNICA – PIANO DI VOLO SS36”*.

Il volo ha incluso 5 strisciate e 483 immagini, come riportato in Tabella 1. Le immagini sono state acquisite in 4 bande (rosso, verde, blu, infrarosso vicino) con risoluzione radiometrica 12 bit.

Tabella 1. Caratteristiche delle strisciate del volo SS36.

Strisciata	QUOTA	QUOTA	Lunghezza focale (m)	RL (%)	Numero immagini	GSD (cm)			Scala			Lunghezza (km)
	AMSL (m)	AMSL (ft)				Min/Media/Max	Media / Min / Max					
1	1.360	4.465	0.08	80%	64	4,5	4,8	5,1	10.761	8.248	11.372	13,0
2	1.360	4.465	0.08	80%	69	4,8	5,0	5,2	10.873	9.840	11.333	18,5
3	1.360	4.465	0.08	80%	71	4,8	4,9	5,2	10.908	10.308	11.333	18,8
4	1.360	4.465	0.08	80%	63	4,8	5,0	5,1	10.761	10.238	11.243	10,8
5	1.360	4.465	0.08	80%	59	4,9	5,0	5,0	10.864	10.606	11.313	4,0

Durante il volo sono state assicurate le idonee condizioni di configurazione dei satelliti GPS e il corretto funzionamento delle stazioni GNSS del Servizio di Posizionamento Interregionale GNSS di Regione Piemonte, Regione Lombardia e Regione Autonoma Valle d'Aosta denominate LECO (Lecco, latitudine 45° 50' 55.896748" N, longitudine 9° 23' 47.600993" E, quota 274.288 m, ricevitore TPS NET-G3A, antenna TPSCR3_GGD CONE) e MIL2 (Milano, latitudine 45° 28' 42.127070" N, longitudine 9° 13' 45.166341" E, quota 191.125 m, ricevitore TPS NET-G, antenna TPSCR3_GGD CONE).

Dopo il volo, la traiettoria misurata dal sensore GPS è stata processata con tecnica differenziale (DGPS) mediante il software GrafNav usando i dati RINEX a 1 sec forniti dalle stazioni LECO e MIL2. I dati GPS e INS sono stati poi integrati con il software AEROoffice della IGI GmbH. I risultati sono riportati in Figura 1 e Figura 2.

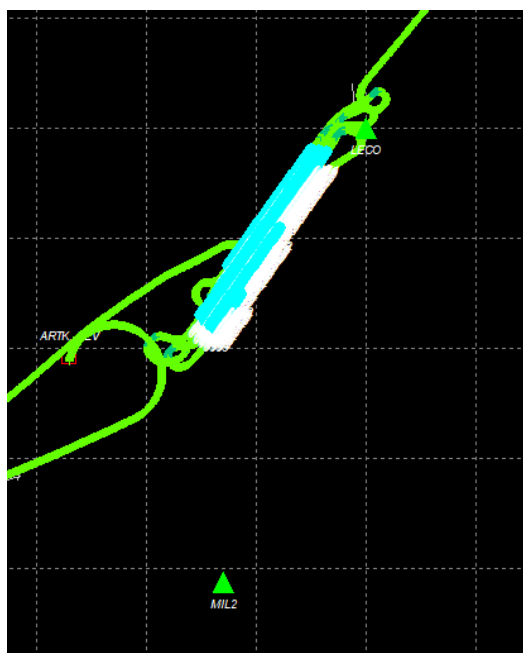


Figura 1. Traiettoria del volo SS36 con posizione dei centri di presa e delle stazioni permanenti LECO e MIL2.

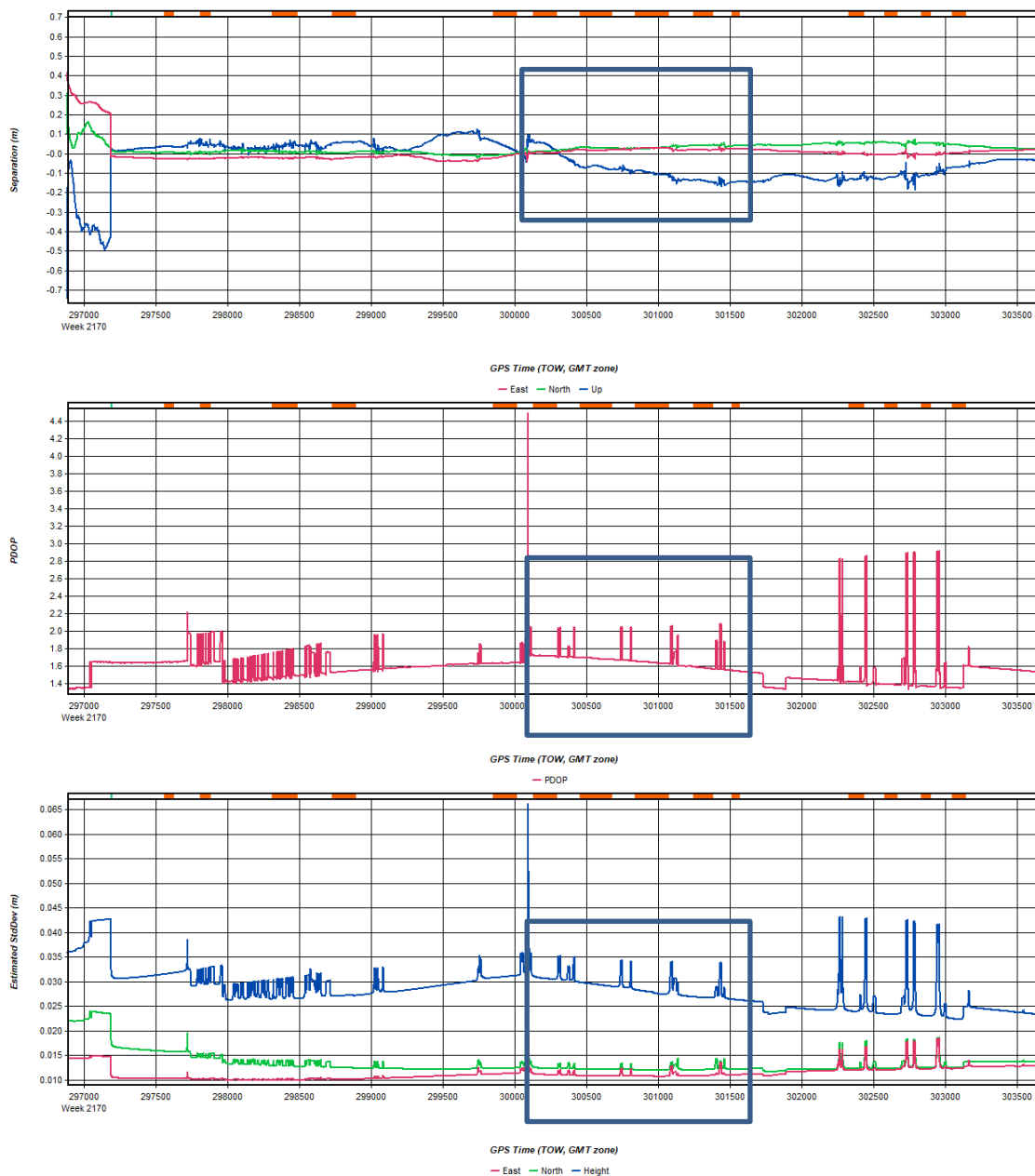


Figura 2. Statistiche del calcolo della traiettoria: forward / reverse separation, PDOP, accuratezza.

La consegna include:

- Immagini ad alta risoluzione, 16 bit, bande RGBI, formato TIFF
- Immagini a bassa risoluzione, 8 bit, bande RGB, formato JPEG
- Centri di presa in formato SHP file;
- Impronte a terra delle immagini in formato SHP file;
- File RINEX della stazione GNSS;
- Relazione del volo.

*Rilievi Aerofotogrammetrici e topografici
Sulla SS36 "del lago di Como e dello Spluga" per una superficie di circa 100 Ha*

RELAZIONE DI VERIFICA

SOMMARIO

SOMMARIO	1
1. PREMESSA	2
2. Relazioni	2
3. Riprese Aeree	2
4. Aerofotogrammetria.....	2
4.1. Restituzione.....	2
4.2. Editing	3
4.3. Misure eseguite a campione	3
5. Ortofoto.....	3
6. CONCLUSIONI	3

1. PREMESSA

Su incarico professionale da parte della Società Impresa Rossi Luigi S.r.l di Firenze in data 07/04/2022, il sottoscritto Ing. Luciano Surace, iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Firenze al n. 2244, ha redatto la seguente relazione di validazione dei prodotti topografici.

Il presente documento si pone l'obiettivo di descrivere le attività svolte ai fini della verifica dei prodotti consegnati ed i risultati ottenuti. Il documento è diviso in paragrafi corrispondenti alle singole tipologie di prodotto topografico e, per ognuno di questi, si riporta anche una breve descrizione degli elaborati prodotti.

Le attività di verifica relative all'incarico in oggetto sono state svolte in data 30 e 31 Marzo 2022, unitamente ad una squadra di topografi dell'Impresa Rossi Luigi S.r.l. che ha proceduto ad effettuare misure dirette in situ al fine di validare i prodotti cartografici consegnati. In questa circostanza, sono state eseguite misure di posizione di singoli elementi del territorio con strumentazione GPS e modalità di rilievo Fast-Static. La strumentazione topografica è stata messa a disposizione dall'Impresa Rossi Luigi S.r.l.

La validazione è stata eseguita analizzando tutti i prodotti consegnati e verificandone la corrispondenza con le prescrizioni fornite dal Committente, dal CSA e con le specifiche esigenze dell'ANAS. Nei paragrafi successivi, pertanto, vengono descritti singolarmente gli elaborati oggetto di consegna e le valutazioni effettuate.

2. RELAZIONI

Per ogni prodotto consegnato è stata redatta una specifica relazione tecnica che descrive la metodologia di rilievo adottata, le scelte progettuali effettuate, gli eventuali calcoli e compensazioni effettuati ed i risultati ottenuti.

Le relazioni consegnate sono state analizzate nel dettaglio e, considerando la struttura, i contenuti, gli argomenti trattati e l'eshaustività con la quale sono descritte le varie fasi operative, **l'esito della verifica è positivo.**

3. RIPRESE AEREE

Le riprese aeree utilizzate sono state eseguite dalla società AVT per conto dell'Impresa Rossi Luigi Srl. La camera utilizzata è stata di tipo digitale e, nello specifico, è risultata essere la *UltraCam Ospray 4.1 con focale 80,00 mm.*

La copertura dell'area di intervento è stata realizzata attraverso 5 strisciate e 483 immagini così suddivise:

- Str.1 – Fotogrammi 64
- Str.2 – Fotogrammi 69
- Str.3 – Fotogrammi 71
- Str.4 – Fotogrammi 63
- Str.5 – Fotogrammi 59

Le immagini sono state acquisite in 4 bande (rosso, verde, blu, infrarosso vicino) con risoluzione radiometrica 12 bit.

4. AEROFOTOGRAMMETRIA

4.1. Restituzione

Gli elaborati grafici relativi alla restituzione mostrano una buona rappresentazione del territorio. Gli elementi del territorio che sono stati restituiti, la codifica dei livelli utilizzata e la rappresentazione a curve di livello sono conformi alla scala richiesta ed alle aspettative di ANAS spa.

In questi elaborati non si rilevano zone d'ombra segnalate dai restituitisti né, tantomeno, aree per le quali si richiede una ricognizione approfondita con relative integrazioni metriche in situ.

Tutto ciò considerato, **l'esito della verifica è positivo.**

4.2. Editing

Nella fase di Editing cartografico si sono apportate le dovute integrazioni alle scritte cartografiche, la simbologia, i testi e si sono applicati i corretti tematismi. La rappresentazione a curve di livello è stata integrata, laddove necessario, con il disegno delle curve ausiliarie ed il numero di punti stereoscopicamente restituiti risulta adeguato alla scala del disegno.

Ai fini del taglio delle curve di livello in corrispondenza di edifici, strade, piazzali, elementi artificiali del territorio, è stata correttamente utilizzata la tecnica del "tratto a penna in su", come richiesto da ANAS spa.

Non si evidenziano anomalie significative e, pertanto, **l'esito della verifica è positivo.**

4.3. Misure eseguite a campione

In sede di sopralluogo congiunto sono state effettuate alcune misurazioni di elementi antropici del territorio ed i risultati ottenuti sono stati confrontati con quelli ricavati dai prodotti cartografici consegnati.

Gli scarti osservati tra le coordinate dei punti rilevati in situ e quelle degli omologhi desunte dalla cartografia sono dell'ordine di pochi centimetri.

Tutto ciò considerato, **l'esito della verifica è positivo.**

5. ORTOFOTO

Il risultato del processo di ortorettifica delle immagini aeree sul Modello Digitale del Terreno non ha portato a particolari criticità. Non si evidenziano, infatti, zone di *stretch* delle immagini dovute ad errate rappresentazioni del modello del terreno, non vi sono "buchi" dovuti ad assenza di dati né, tantomeno, risultano zone d'ombra.

La risoluzione metrica adottata è pari a 10 cm e, pertanto, adeguata alle richieste di ANAS spa. Analogamente, i tagli eseguiti e la sovrapposizione tra gli elementi contigui è risultata conforme a quanto richiesto.

Non si evidenziano anomalie significative e, pertanto, **l'esito della verifica è positivo.**

6. CONCLUSIONI

Tutti gli elaborati richiesti e previsti dal contratto attuativo in questione sono stati consegnati dall'Impresa Rossi Luigi S.r.l. tramite We-Transfer e su supporto informatico. Dalla verifica puntuale degli elaborati consegnati, come dettagliatamente descritto nei paragrafi precedenti, non sono emerse anomalie degne di nota. Le misure effettuate confrontate con i prodotti cartografici consegnati hanno prodotto scarti che rientrano nelle tolleranze ammesse per le scale dei disegni.

Ciò premesso e considerato, si ritiene che i prodotti consegnati dall'Impresa Rossi Luigi Srl siano adeguati e conformi alle richieste e, pertanto, **si certifica il positivo esito della verifica ad essi relativo**

Firenze 07/04/2022

Ing. Luciano Surace



COORDINATE DEFINITE - PAF SS 36

N° Vertice	ETRF 2000 GEOGRAFICHE			UTM Fuso 32		GAUSS-BOAGA fuso Ovest		
	Lat.	Long.	Q. ell.	Nord	Est	Nord	Est	Q. ort.
PP_01_01	N45°41'54.8836"	E9°12'7.3645"	310.679	5060578.263	515729.599	5060598.236	1515756.270	265.487
PP_01_02	N45°41'54.9876"	E9°12'6.4155"	310.905	5060581.421	515709.068	5060601.393	1515735.739	265.713
PP_02_01	N45°41'19.5022"	E9°12'46.7537"	305.651	5059488.553	516584.313	5059508.540	1516611.009	260.563
PP_02_02	N45°41'19.201"	E9°12'46.3937"	305.631	5059479.237	516576.552	5059499.224	1516603.247	260.544
PP_03_01	N45°41'16.5968"	E9°13'36.0935"	310.740	5059401.819	517651.750	5059421.830	1517678.457	265.652
PP_03_02	N45°41'16.5476"	E9°13'35.9494"	310.797	5059400.292	517648.638	5059420.303	1517675.344	265.709
PP_04_01	N45°42'13.6179"	E9°12'49.3216"	328.938	5061158.786	516635.397	5061178.784	1516662.067	283.676
PP_04_02	N45°42'13.6218"	E9°12'49.0178"	328.802	5061158.888	516628.828	5061178.887	1516655.498	283.54
PP_05_01	N45°42'43.285"	E9°14'34.4907"	316.165	5062080.84	518906.739	5062100.903	1518933.417	270.782
PP_05_02	N45°42'43.3173"	E9°14'34.2172"	315.955	5062081.819	518900.823	5062101.882	1518927.501	270.572
PP_06_01	N45°43'15.8168"	E9°14'6.4832"	301.691	5063083.011	518298.259	5063103.066	1518324.917	256.215
PP_06_02	N45°43'15.7496"	E9°14'6.4104"	301.697	5063080.933	518296.691	5063100.988	1518323.349	256.221
PP_07_01	N45°45'11.2508"	E9°17'15.4002"	352.326	5066658.825	522369.233	5066679.024	1522395.886	306.411
PP_07_02	N45°45'11.2341"	E9°17'15.5144"	352.348	5066658.318	522371.702	5066678.518	1522398.355	306.433
PP_08_01	N45°45'37.3059"	E9°16'5.5512"	339.861	5067457.686	520857.489	5067477.851	1520884.107	293.89
PP_08_02	N45°45'37.2537"	E9°16'5.929"	339.897	5067456.102	520865.655	5067476.267	1520892.273	293.926
PP_09_01	N45°46'8.4254"	E9°16'8.6252"	333.951	5068418.311	520920.661	5068438.487	1520947.26	287.879
PP_09_02	N45°46'8.4158"	E9°16'8.7592"	334.168	5068418.024	520923.556	5068438.200	1520950.155	288.096
PP_10_01	N45°46'0.0136"	E9°17'50.4185"	343.003	5068166.494	523120.188	5068186.731	1523146.821	296.924
PP_10_02	N45°45'59.9174"	E9°17'50.4053"	342.990	5068163.525	523119.914	5068183.761	1523146.547	296.911
PP_11_01	N45°46'48.2956"	E9°16'58.1275"	314.034	5069652.466	521985.474	5069672.685	1522012.062	267.814
PP_11_02	N45°46'48.8876"	E9°16'57.4767"	314.241	5069670.686	521971.356	5069690.905	1521997.944	268.019
PP_12_01	N45°46'50.292"	E9°18'7.7314"	310.068	5069719.577	523488.269	5069739.840	1523514.876	263.818
PP_12_02	N45°46'50.2875"	E9°18'7.5699"	310.076	5069719.425	523484.782	5069739.688	1523511.389	263.826
PP_13_01	N45°48'4.7264"	E9°17'44.1548"	318.768	5072014.859	522970.665	5072035.131	1522997.22	272.276
PP_13_02	N45°48'4.715"	E9°17'44.318"	318.763	5072014.520	522974.189	5072034.792	1523000.744	272.271
PP_14_01	N45°49'9.9587"	E9°19'1.2544"	291.263	5074034.435	524626.936	5074054.777	1524653.475	244.49
PP_14_02	N45°49'9.8824"	E9°19'0.3125"	292.364	5074032.000	524606.621	5074052.341	1524633.159	245.591
PP_15_01	N45°49'15.491"	E9°20'37.1488"	282.180	5074213.729	526695.491	5074234.115	1526722.059	235.373
PP_15_02	N45°49'15.4785"	E9°20'37.1661"	282.178	5074213.345	526695.865	5074233.730	1526722.434	235.371
PP_16_01	N45°49'39.5333"	E9°20'11.2783"	339.644	5074953.347	526134.126	5074973.733	1526160.671	292.756
PP_16_02	N45°49'39.5438"	E9°20'11.432"	339.491	5074953.685	526137.441	5074974.071	1526163.986	292.603
PP_17_01	N45°48'24.1796"	E9°19'52.24"	309.937	5072626.064	525733.002	5072646.418	1525759.584	263.336
PP_17_02	N45°48'24.127"	E9°19'52.1253"	310.024	5072624.430	525730.533	5072644.785	1525757.115	263.423
PP_18_01	N45°44'7.9234"	E9°14'37.4925"	284.932	5064693.107	518963.682	5064713.192	1518990.324	239.276
PP_18_02	N45°44'8.0583"	E9°14'37.5943"	284.860	5064697.277	518965.870	5064717.362	1518992.511	239.204
PP_19_01	N45°44'3.151"	E9°15'27.5003"	315.906	5064549.209	520044.886	5064569.323	1520071.542	270.248
PP_19_02	N45°44'3.1342"	E9°15'27.3157"	315.873	5064548.678	520040.898	5064568.792	1520067.554	270.215
PP_20_01	N45°47'29.2117"	E9°18'19.5709"	317.302	5070921.682	523739.340	5070941.965	1523765.926	270.92
PP_20_02	N45°47'29.6403"	E9°18'19.1636"	317.532	5070934.876	523730.496	5070955.159	1523757.082	271.149
PP_42_01	N45°49'37.6996"	E9°20'38.7547"	316.619	5074899.281	526727.191	5074919.675	1526753.748	269.731
PP_42_02	N45°49'37.3923"	E9°20'38.6171"	315.708	5074889.784	526724.263	5074910.178	1526750.82	268.821