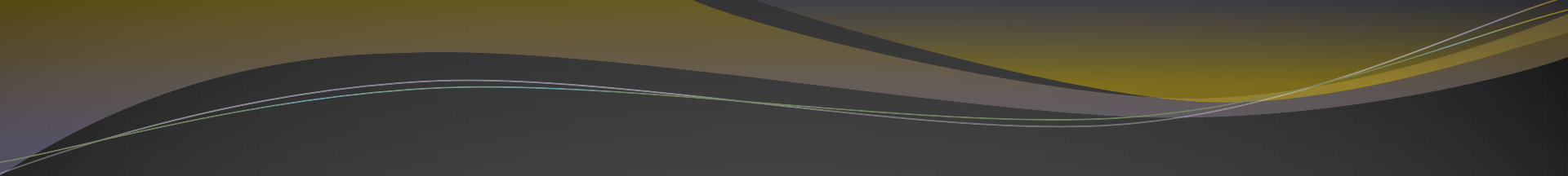


Il rilievo in campo con APR

Consigli, accorgimenti, rischi e... disavventure

dott. for. Angelo Ghirelli

Verona 6 Febbraio 2016



L'uomo ha sempre cercato di vedere le cose dall'alto

Dall'alto si osserva il mondo
con un punto di vista diverso

guardare le cose dall'alto
può farci vedere in modo nuovo
ciò che esiste, i problemi e gli ostacoli,
può aiutarci a trovare nuove possibili soluzioni

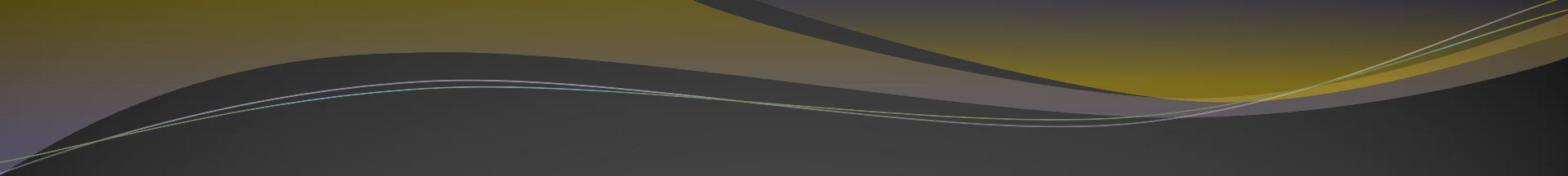
DRONE

UAV *Unmanned Aerial Vehicle*

APR *Aeromobile a Pilotaggio Remoto*

E' un veicolo caratterizzato dall'assenza del pilota umano a bordo.

Il suo volo è controllato da un software, sotto il controllo remoto di un navigatore o meglio di pilota che sta a terra o in un altro veicolo.



CHE COSA POSSIAMO MAPPARE E MONITORARE A SERVIZIO DELL'AGRICOLTURA

Alcuni esempi tratti dalla nostra esperienza



Colture cerealicole



Aree pascolive



Colture orticole a pieno campo



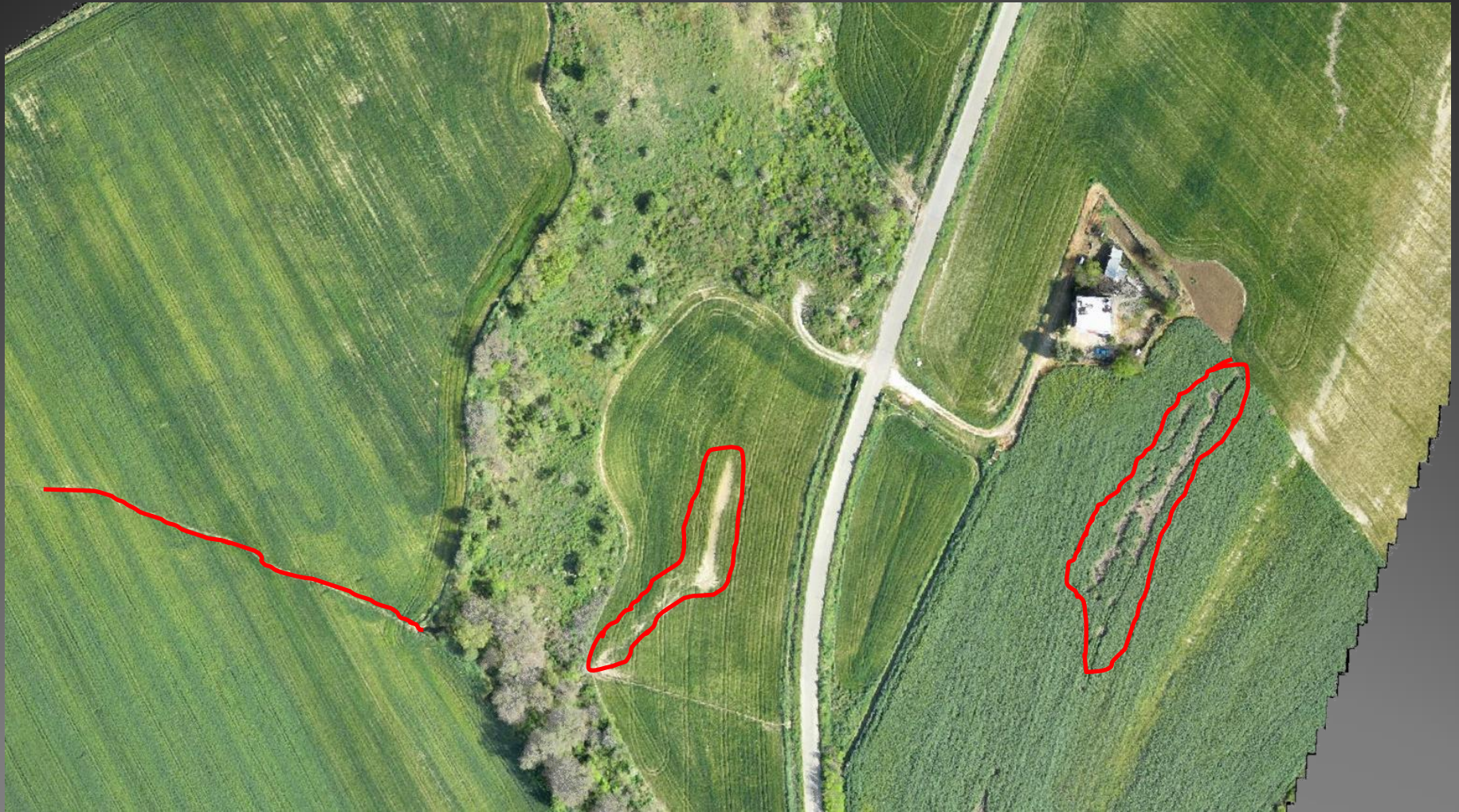
Alberi da frutto



Aree agricole peri-fluviali, fasce boscate ripariali



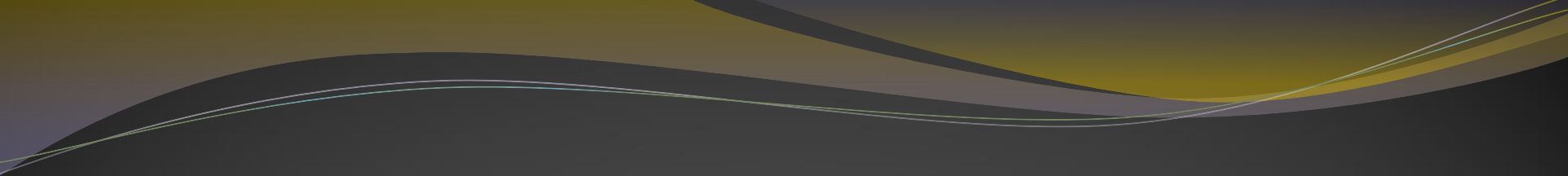
Aree forestali



Fenomeni di dissesto idrogeologico



Edifici rurali



E PIU' IN GENERALE...

Altri esempi tratti dalla nostra esperienza



Canali artificiali, opere idrauliche e fossi irrigui



Aree di cantiere



Attività estrattive



Infrastrutture stradali



Eventi meteorologici estremi



Aree agricole interessate dall'abbandono illegale di rifiuti

Per volare con gli APR è
necessario prepararsi,
abilitarsi o avvalersi di
persone preparate

A questo proposito, esiste
un Regolamento ENAC in
continua evoluzione

**EVITARE
ASSOLUTAMENT
E IL FAI DA TE**



REGOLAMENTO

MEZZI AEREI A PILOTAGGIO REMOTO

Edizione 2 del 16 luglio 2015
Emendamento 1 del 21 dicembre 2015

C'È DRONE E DRONE ...

MULTI ROTORE



TUTTALA



MULTI ROTORE



VANTAGGI:

- Volo verticale e possibilità di riprese oblique per rilevare oggetti verticali
- Volo a bassissima quota (foto-cinematografia)
- Capacità di carico (payload)

SVANTAGGI:

- Peso (pericolo)
- Autonomia ridotta
- Sistema complessivamente più delicato



VANTAGGI:

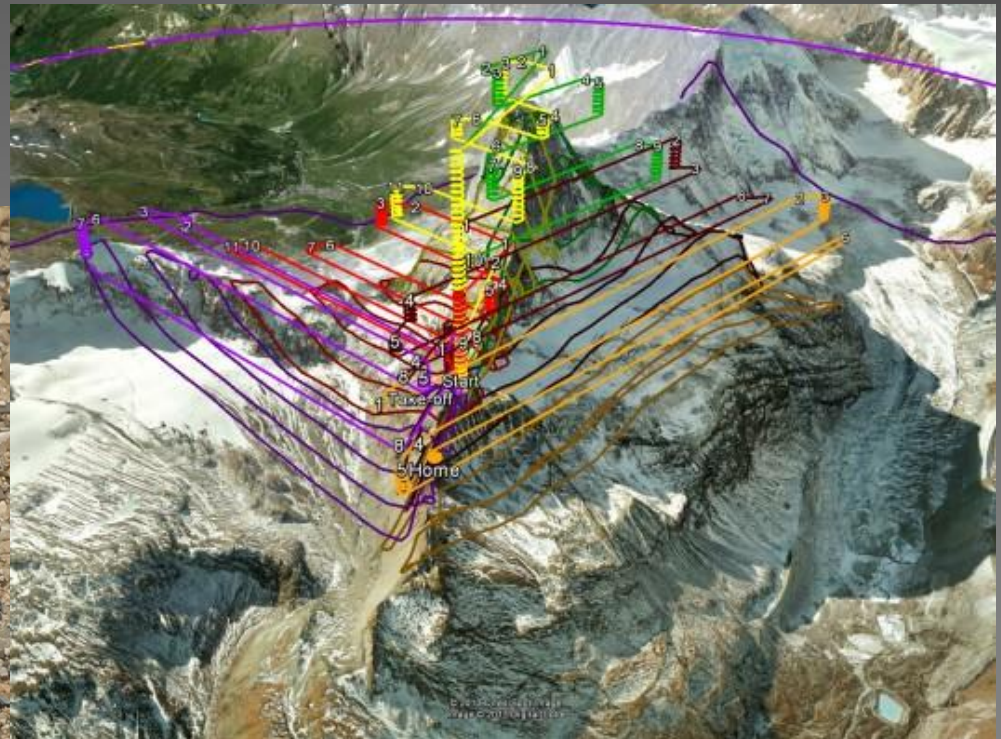
- Volo prolungato a quote maggiori (mappatura del territorio)
- Velocità maggiore (produttività)
- Autonomia di volo (produttività)
- Peso ridotto (safety e inoffensività)

SVANTAGGI:

- Payload limitato e non modificabile (sistema chiuso)
- Spazi di atterraggio

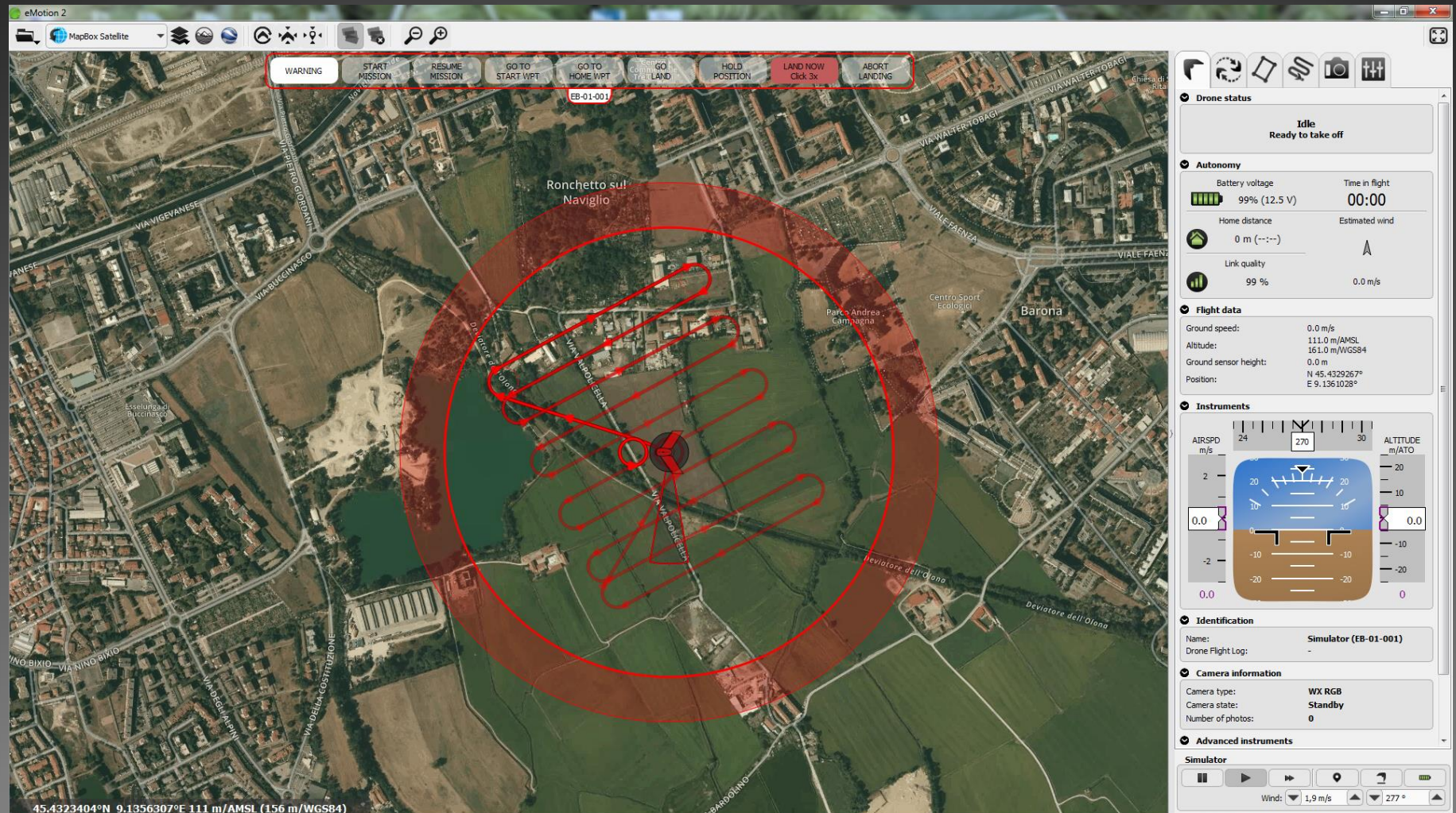
Parlando di rilievo ai fini di mappatura e controllo del territorio l'attrezzatura più adatta è considerata da molti un APR tuttala. Alcune aziende producono attrezzature dedicate esclusivamente a questo tipo di rilievo.

Il contenuto tecnologico è tale che con alcune macchine non è più richiesto il controllo a terra con punti fiduciari (ground control point).



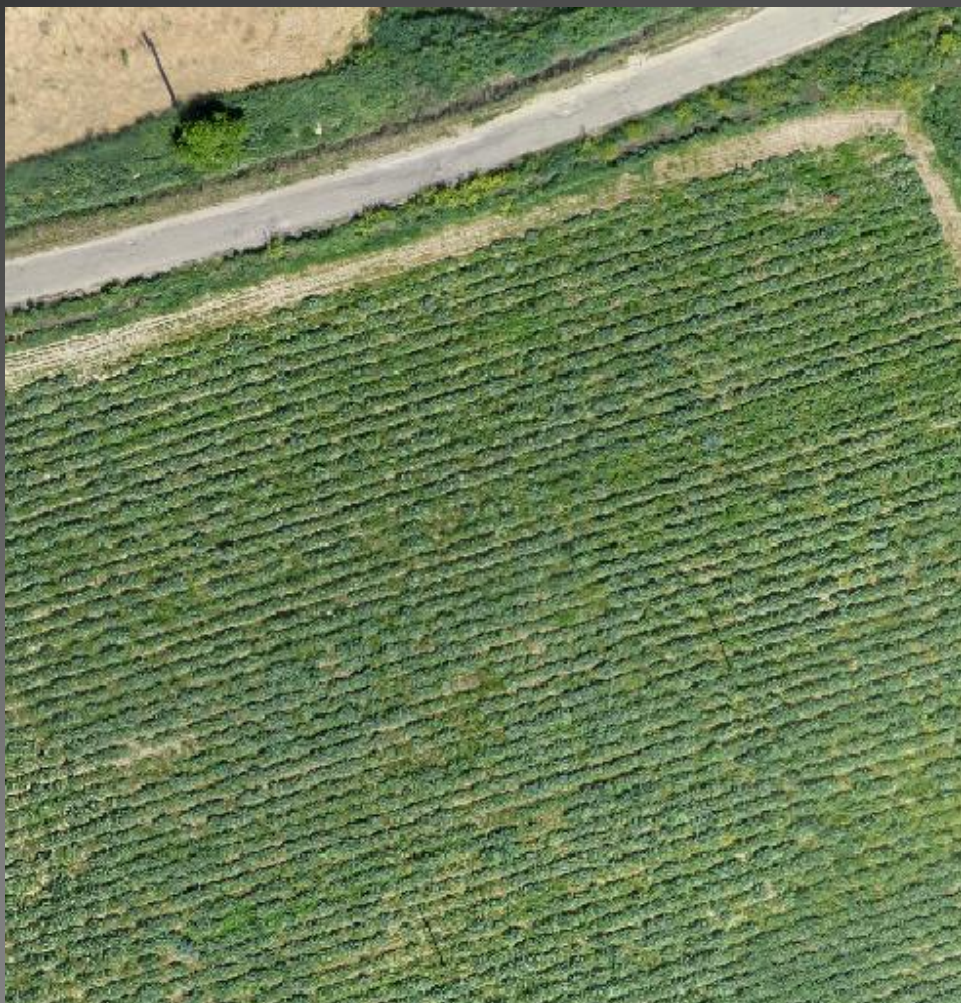
Le fasi preparatorie e le operazioni di volo

Pianificare una missione ed eseguire il rilievo



Pianificazione in ufficio del volo e della missione, verificando alcuni parametri...

La quota di volo dipende dall'obiettivo della missione e dal contesto in cui volerò

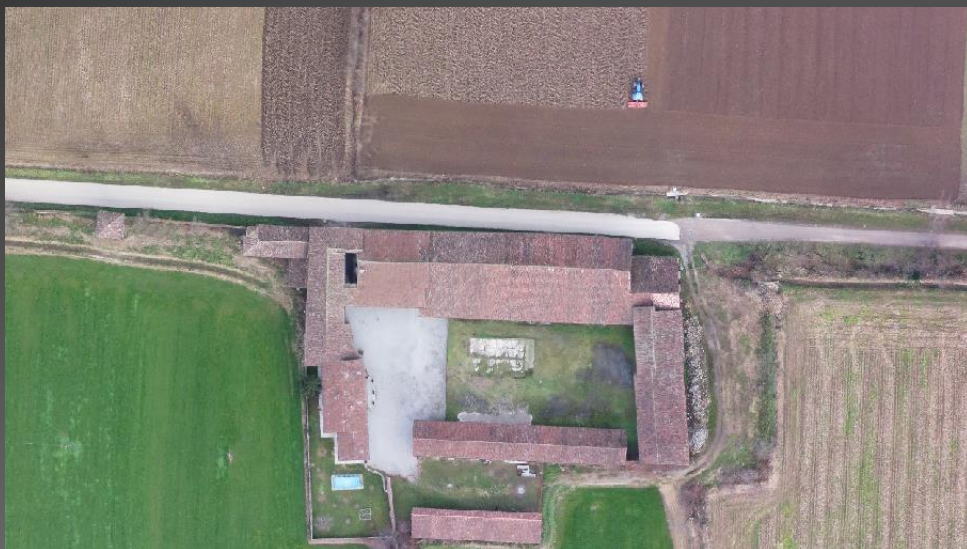


Aree agricole pianeggianti, in assenza di edifici o alberi

Posso abbassare la quota di volo, quindi maggiore dettaglio nelle immagini

Aumenta la GSD Ground Sample Distant ovvero la distanza tra i pixel misurati sul terreno. Fino a 2 cm/pixel a 70 m di quota con una fotocamera da 18 megapixel

La quota di volo dipende dall'obiettivo della missione e dal contesto in cui volerò



In presenza di edifici, alberi e aree boscate

Devo aumentare la quota di volo per evitare effetti di distorsione delle immagini

Rischio di perdere la verticalità

Aumenta la quota di volo

Diminuisce la GSD.

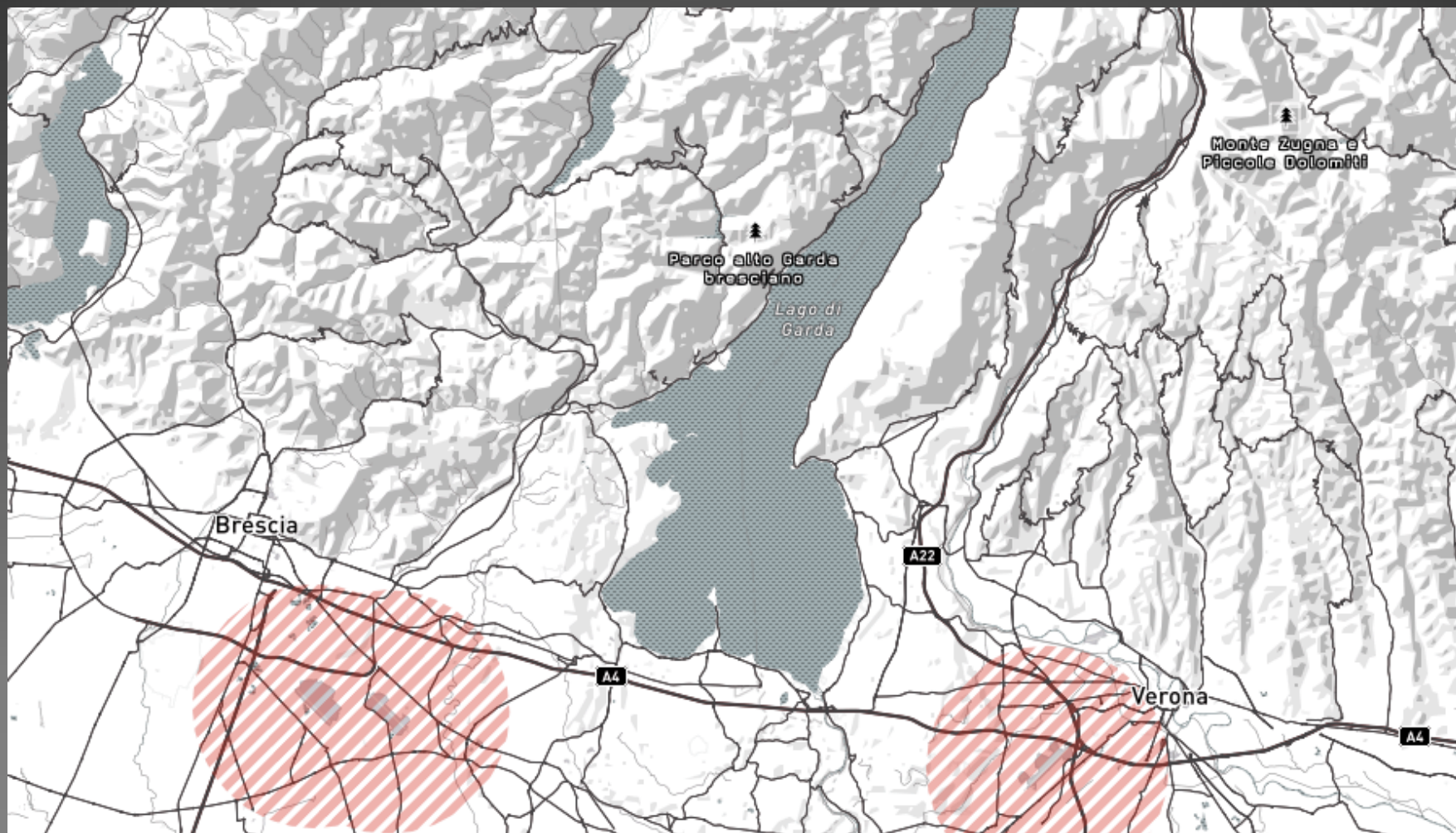
Scendiamo a 7 cm/pixel a 70 m di quota con una fotocamera da 18 megapixel.



Utilizzare carte dettagliate (non solo Google earth) e ortofoto recenti per verificare la presenza di elettrodotti, ripetitori e altri ostacoli o interferenze per il volo



Controllare carte ENAC per No Fly Zone e ATZ aeroporti

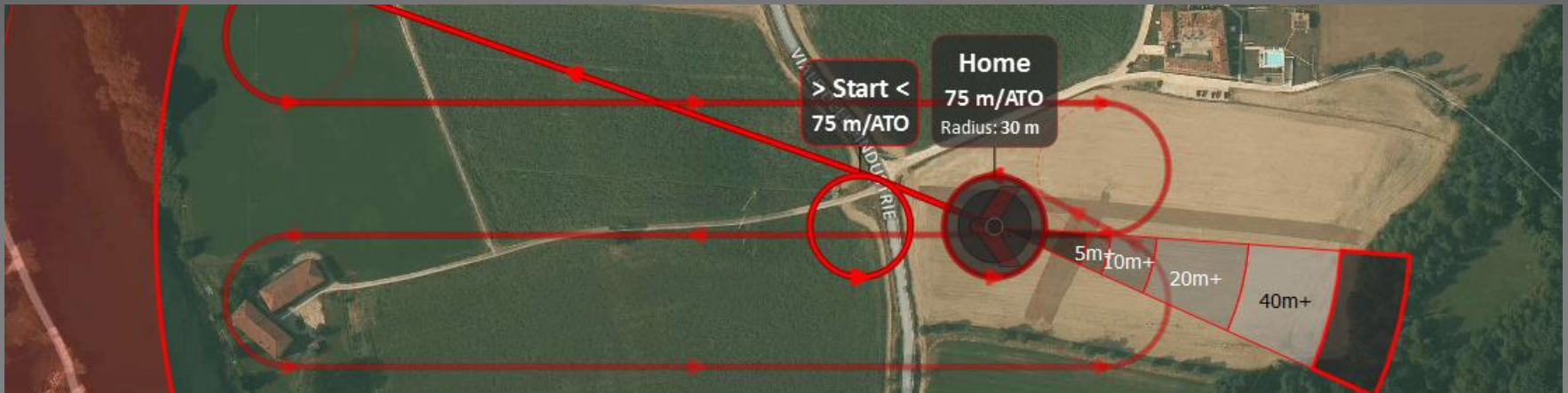


Tenere conto della posizione da dare alla stazione a terra (partenza/atterraggio) per restare in VLOS (500 m)

Distanze maggiori richiedono la valutazione di rischio e autorizzazione ENAC

Verificare le quote di volo nell'area secondo Enac e al VLOS (Visual Line Of Sight): altezza max 150 m AGL (above ground level) e max 70 m nei CTR Control Traffic Region

Prevedere la distanza di sicurezza orizzontale dalle eventuali aree congestionate (art. 27) 150 m



Stipulare sempre un accordo con il committente (Art. 7 comma 3 del Regolamento)
e portarlo in campo insieme a tutta la documentazione di idoneità: attestato di
pilota, assicurazione, manuale di volo, certificati ecc.



QUOTE for UAS Liability Insurance

<u>Insured:</u>	ANGELO GHIRELU Address: Via Briolo Fuori, 28 Sangiovanni Bianco BG		
<u>Period:</u>	12 months		
	<u>Schedule of UAS's</u>		
<u>Item</u> 1.	<u>Make & Type</u> SENSEFLY SWINGLET	<u>UAV Serial Number</u> SC-11-366	<u>Ground station/softw</u> EMOTIONZ
<u>Interest:</u>	As per Section II of the Kilm Aviation Division UAS Operators Insurance Policy (Copy attached).		
<u>Sum Insured:</u>	<u>Section II - Liability to Third Parties</u> : Euro 1.000.000,00 each accident <u>Section I - Damages to UAV - Hull</u> : Value Euro 10.000,00		
<u>Territorial Limits:</u>	Europe.		
	<u>Uses:</u> Critical and Non critical operations as defined by ENAC, only in respect of commercial operations as defined in the Kilm UAS Wording		
<u>Operators:</u> the	Any properly certificated operator for the flight involved, subject to individual having successfully completed the manufacturers training course and/or relevant CAA accredited training course and having a minimum of 25 hours UAS experience.		
<u>Liability Premium:</u>	EUR 550,00 per UAS including Tax.		
<u>Hull premium:</u>	EUR 1.182.50 including tax - 10% excess for all losses		
<u>Express Warranties:</u>	Warranted no UAS accidents/losses or violations of manned and unmanned aviation regulations Insured and Pilots last five years. Compliance with Section 2, 6.7 of CAP722 whilst flying at all times. ENAC Certificate to be in place prior to commencing commercial operations. Annual Utilisation not to exceed 200 hours.		

eB

Exl

Copyrig



REGOLAM

MEZZI AEREI A PILOT

Edizione 2 del 16 luglio 2015

Emendamento 1 del 21 dicembre 2015

Ente Nazionale per l'Aviazione Civile
Direzione Regolazione Navigabilità



Regolamento ENAC per impiego di mezzi aerei a pilotaggio remoto
DICHIARAZIONE DI RISPONDEZZA AL REGOLAMENTO ENAC
PER OPERAZIONI SPECIALIZZATE NON CRITICHE E PER ATTIVITÀ SPERIMENTALE

Documento n. SAPR/001/Dryos/AG

Il/la sottoscritto ANGELO GHIRELU
nato a ANCONA (AN) il 12 dicembre 1963
residente a SAN GIOVANNI BIANCO Prov. (BG), CAP 24015 in via BRIOLO FUORI, 28
e-mail info@dryos.com Tel 0345 41536
Codice Fiscale: GHIR NGI, 63T12 A271P
in qualità di libero professionista titolare dell'organizzazione denominata STUDIO DRYOS avente
sede in SAN GIOVANNI BIANCO Provincia di Bergamo (BG) cap. 24015 in via BRIOLO FUORI,
28
e-mail info@dryos.com pec a.ghirelu@studio.dryos.it Tel 0345 41536
con partita IVA 025506570166

allo scopo di effettuare

X Attività Sperimentale (Art. 8.1.6)
nell'area identificata e nel volume di spazio aereo V70 880 in Comune di Valbrembo (BG) presso
l'Aeroporto Valbrembo Sezione AP AD 2 ULV 1-1 Coordinate ARP 45°43'14" N 009°35'37" E
con il SAPR prodotto da Sensefly modello Swinglet, numero di costruzione SC-11-366 (di tipo
SPR), con Peso Massimo al decollo (incluso payload) di 550 kg

Dichiaro
- di ottemperare al Regolamento ENAC "Mezzi Aerei a Pilotaggio Remoto";
- di aver determinato che le operazioni sopra identificate possono essere condotte in sicurezza
nell'ambito delle limitazioni sopra indicate e, a tale scopo, allego il documento predisposto;
- di essere consapevole che, ai sensi dell'art. 13 del D.Lgs. 30/6/2003 No. 196 (Codice in materia
di protezione dei dati personali), i dati di cui alla presente dichiarazione, prescritti dalle vigenti
utilizzati esclusivamente a tale scopo, anche con l'ausilio di strumenti informatici, verranno
condotte in accordo alla stessa;
- di essere consapevole che la presente dichiarazione decade in caso le operazioni non siano
dichiarazioni accertate dall'amministrazione procedente, verranno applicate le sanzioni penali
previste.
A tale scopo attesta che:
- il sistema ha una configurazione come da documento allegato Swinglet CAM Extended User
Manual (EUM) revisioni 1.1 / May 16, 2014 Copyright © 2010-2014 sensefly Ltd (nome che
allegato: SAPR/001/Dryos/AG CAM Extended User Manual (EUM) PDF).



Controllo in campo dei parametri di missione



Verifica del piano di volo e invio allo strumento pronto al volo



Pianificare sulla carta la posizione e gli accessi per la posa dei GCP velocizza il lavoro.

DURANTE IL RILIEVO IN CAMPO E' LA FASE PIU' LUNGA

Battuta dei punti di controllo a terra (GCP) mediante sistema GPS con correzione differenziale



Operazioni di volo e monitoraggio via computer

Alcune note tecniche

- Drone ad ala planante
- Peso al decollo **0,7 kg**
- Altezza di volo **70 m – 200 m**
- Velocità media **18 m/s**
- Superficie coperta con singolo volo **1 km²**
- Durata media di un volo **30' (45' max)**
- Distanza orizzontale massima dalla base radio **3 km**
- Numero di GCP per singolo volo: minimo 5
- Resistenza al vento **12 m/s**

ACCORGIMENTI PRIMA DEL DECOLLO

Verifica condizioni meteo e illuminazione



Evitare giornate nebbiose o molto nuvolose (colori e modelli 3D scadenti)



Evitare condizioni di luce particolari

La luce radente crea ombre lunghe e giochi di chiaro/scuro che alterano la restituzione 3D

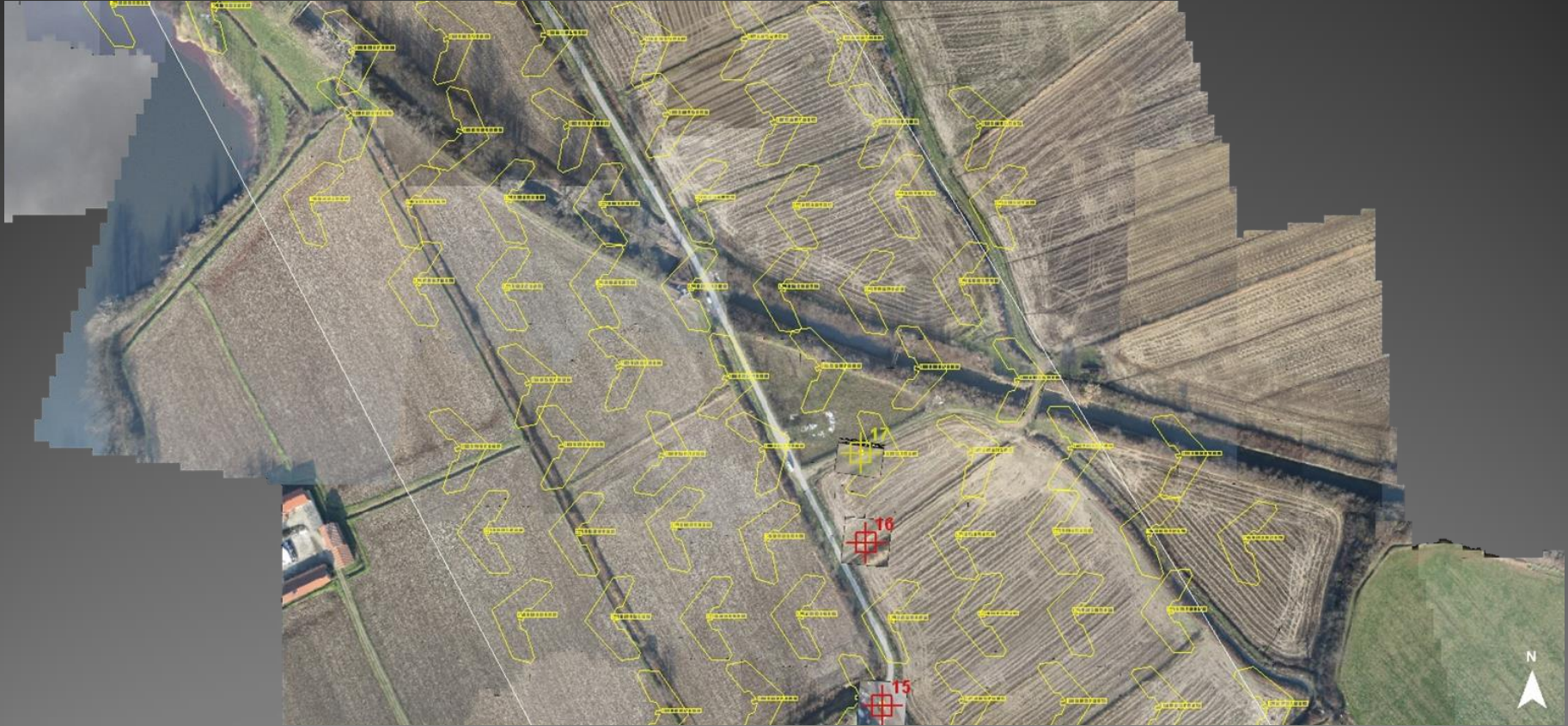


Evitare giornate ventose: il vento rende le immagini mosse
Verificare forza e direzione del vento per le fasi di decollo e atterraggio

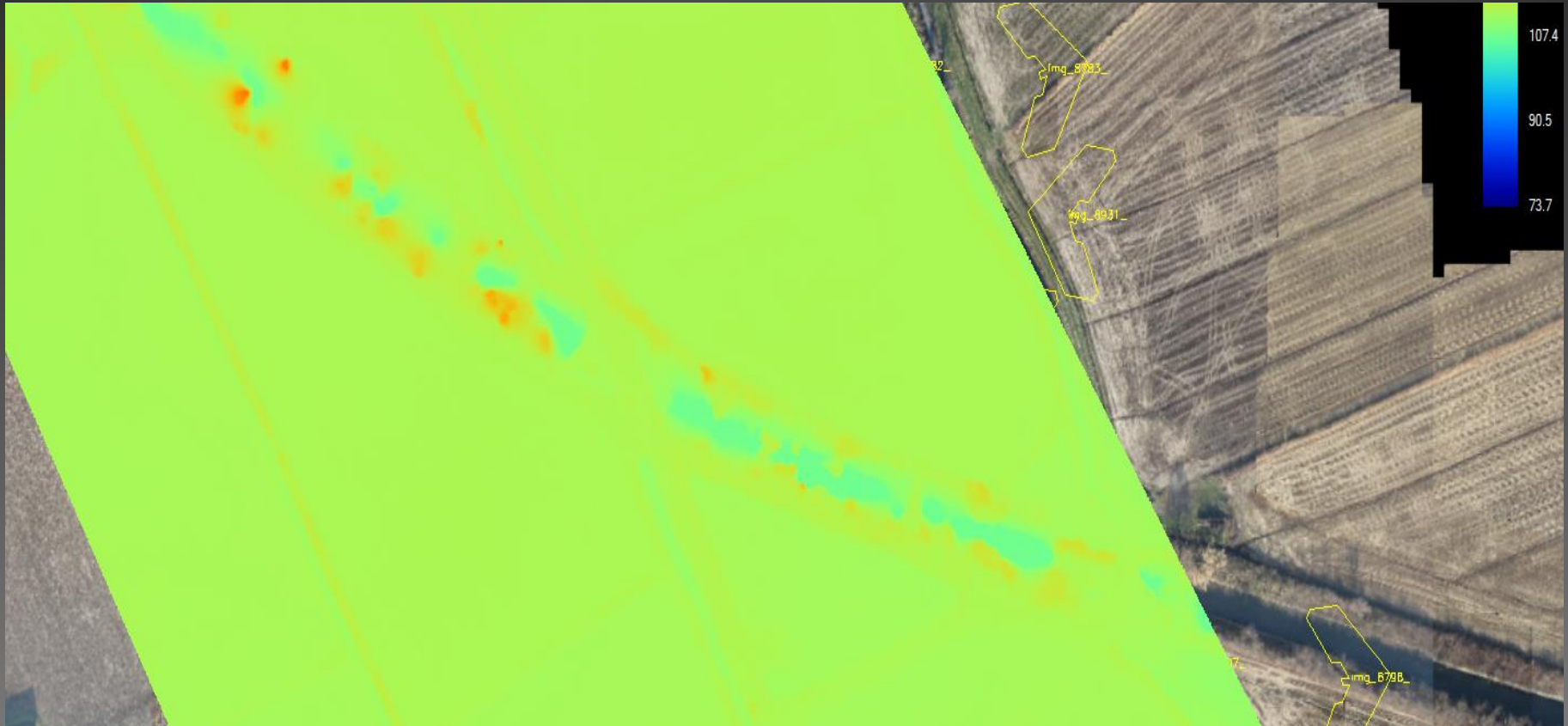
La post-produzione



Anteprima delle immagini e restituzione del rilievo



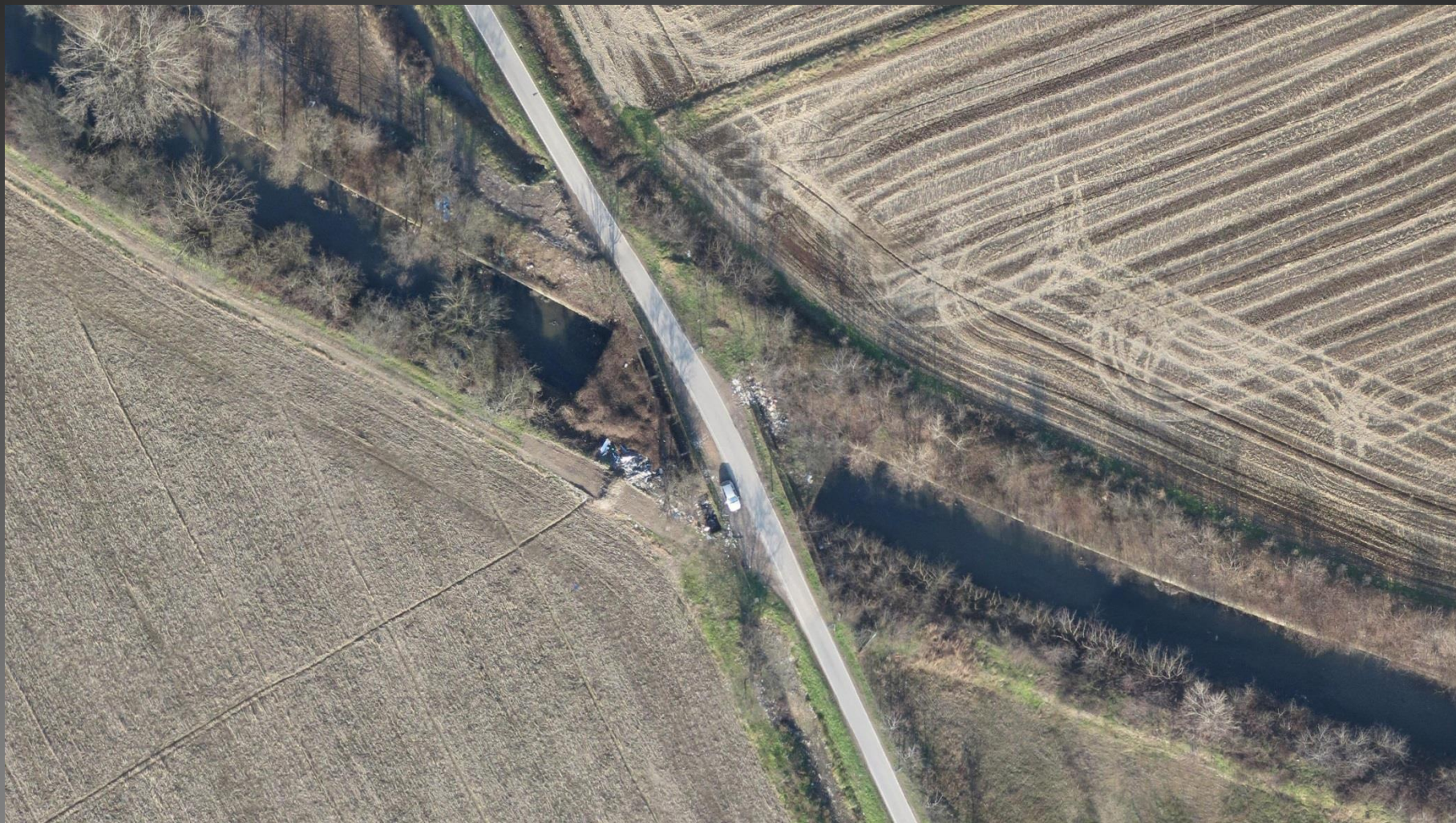
Allineamento per mezzo dei GCP battuti a terra



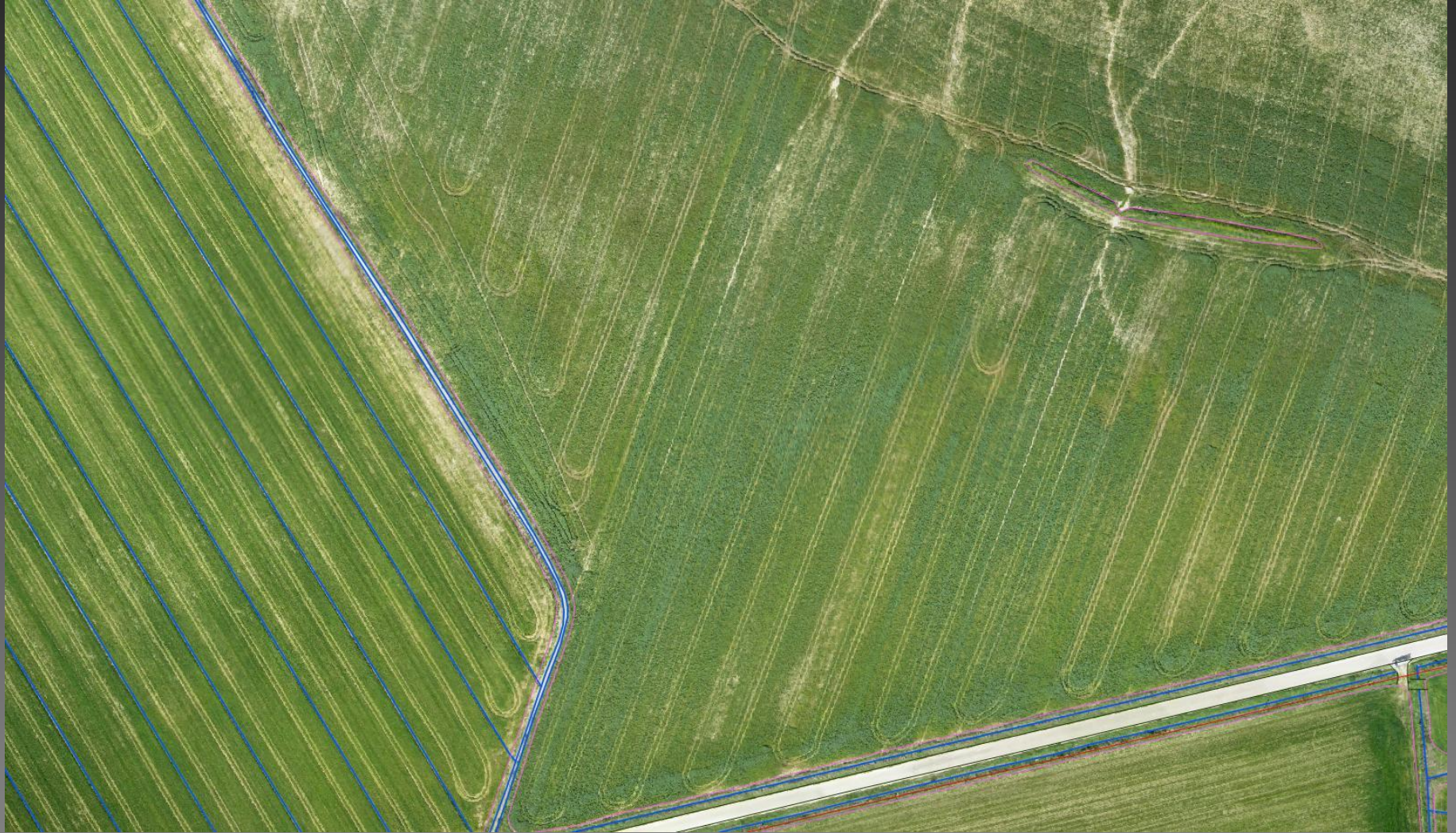
Digital Surface Model (DSM)



Digital Surface Model (DSM) – visualizzazione tridimensionale



Ortofoto di dettaglio



Rilievo fotogrammetrico mediante stereoscopia digitale



Rilievo in falsi colori mediante sensori NIR

Alcune note tecniche

- Numero medio di scatti **150**
- GSD **3 cm/pixel – 8 cm/pixel**
- Nuvola di punti a **2.000.000 di punti**
- DTM con **passo a 2 m**
- Precisione orizzontale/verticale (con GCPs) **3 cm – 5 cm**

- Tempi di pianificazione del volo **40'**
- Preparazione e operazioni di volo **2h30'**
- Tempi di post-processamento **3-4h**

Prodotti base

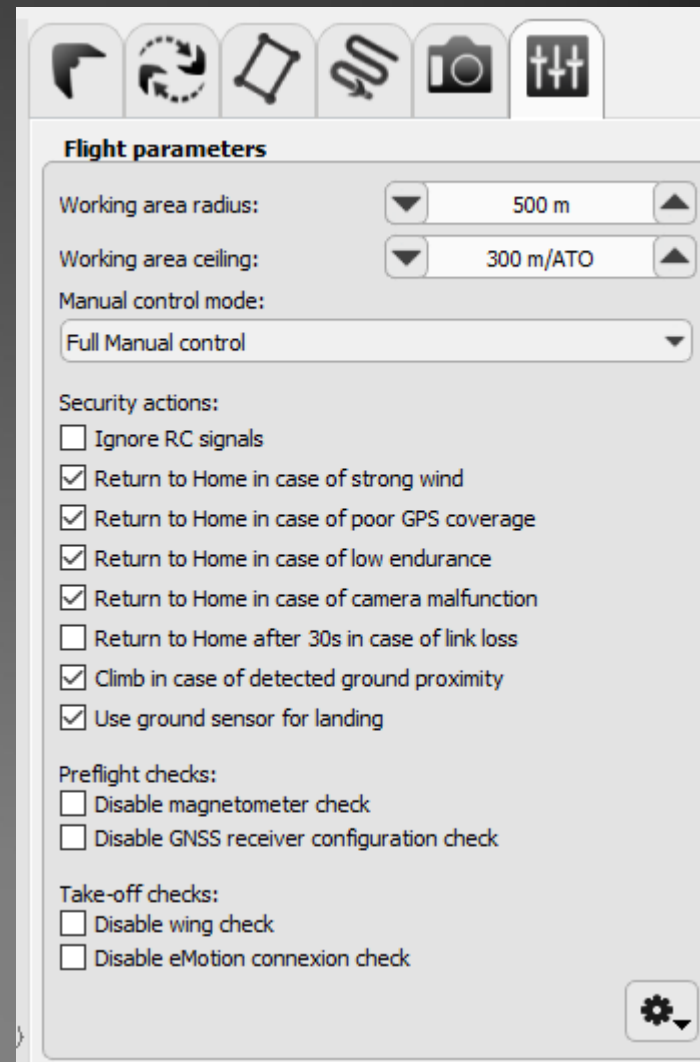
- Modello Digitale delle Superfici **DSM** - Modello Digitale del Terreno **DTM**
- **Ortofoto**
- **Isoipse**
- **Rilievo fotogrammetrico**
- Calcolo degli indici di vegetazione (**NDVI**)



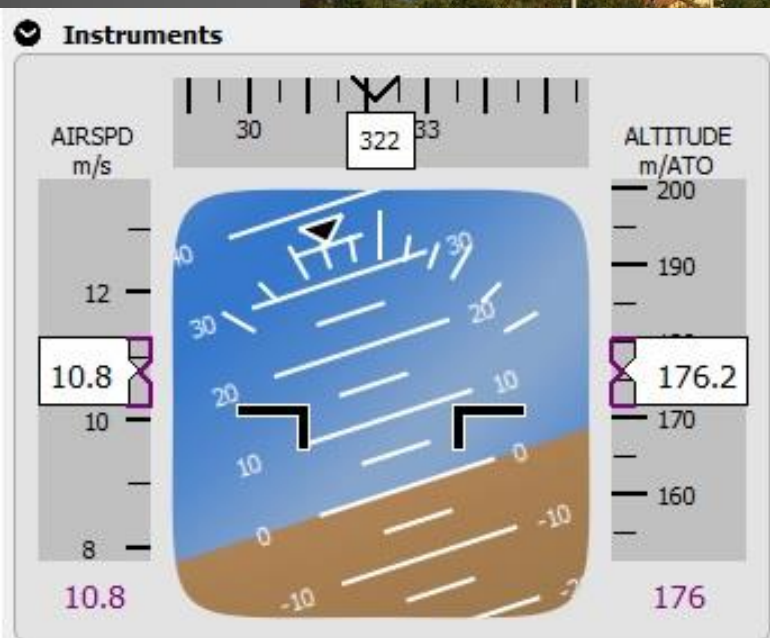
RISCHI POTENZIALI

Errore di pianificazione del volo
Perdita della VLOS
Perdita di segnale radio – contatto operatore/APR
Malfunzionamento del GPS
Malfunzionamento del motore
Esaurimento della batteria
Peggioramento delle condizioni meteorologiche –
vento, pioggia

Un buon software di volo offre la possibilità di
impostare numerose azioni di sicurezza



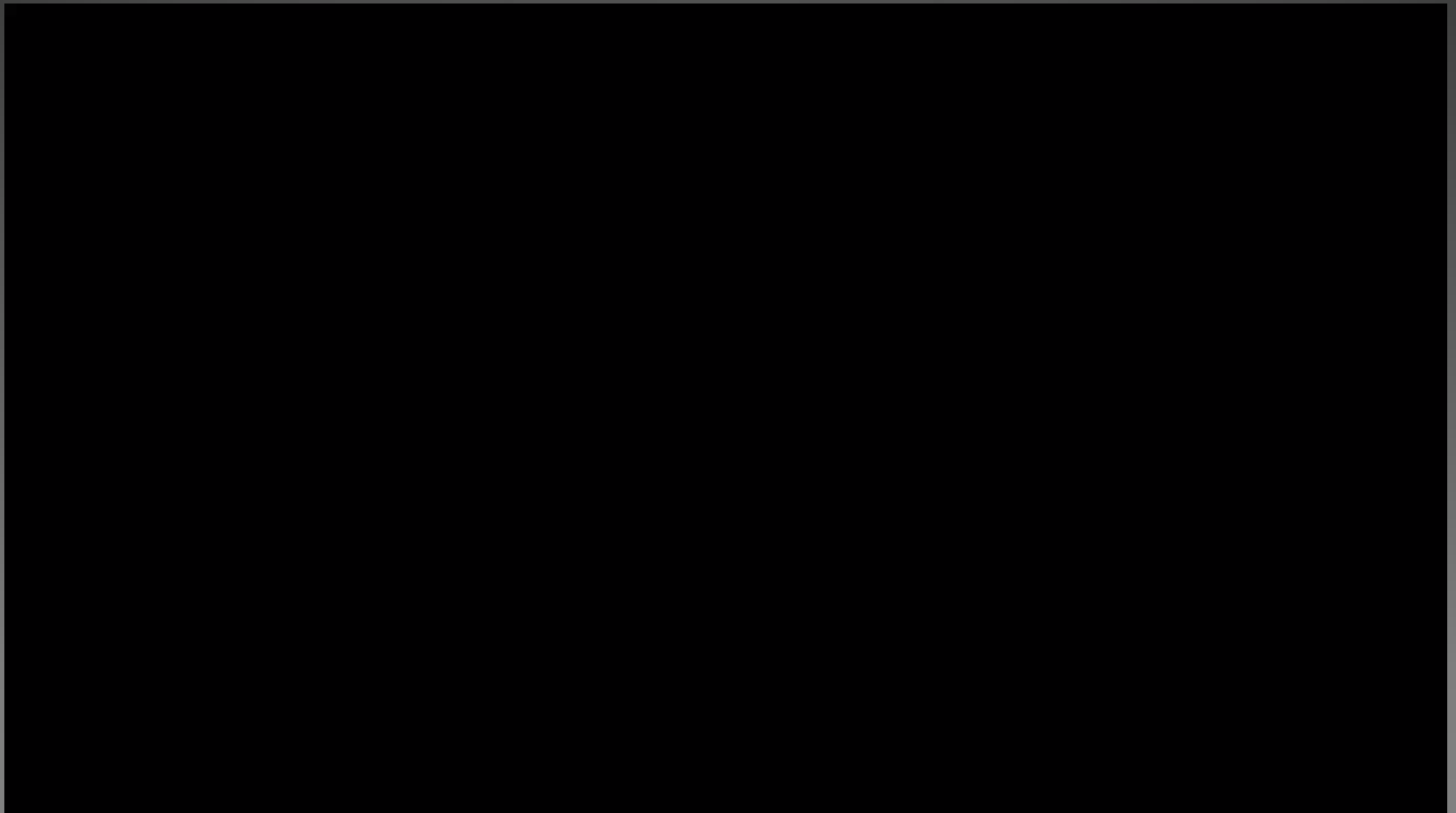
E in caso di emergenza si ricorre alla guida con comando manuale...



Interferenze con altri aeromobili...
Il pilota remoto (art. 27) esercita la *'see and avoid'*



Interferenze con gli abitanti del cielo



Vantaggi

- Tempi di rilievo ridotti per ampie superfici
- Facilità di pianificazione ed esecuzione del volo
- Possibilità di calibrare il volo in base alla morfologia del territorio
- Elevato dettaglio e precisione dei risultati ottenuti rispetto alle tecniche tradizionali
- Possibilità di ripetere i voli con cadenze temporali strette al fine di monitorare fenomeni a rapida evoluzione
- Possibilità di montare sensori differenti (Ottico, NIR, Termico, Laser...)
- Rilievo metrico molto veloce rispetto alle tecniche tradizionali di topografia a terra

Svantaggi

- Rilievo sensibile alle condizioni atmosferiche (forte vento e pioggia)
- La qualità della fotointerpretazione dipende dall'esperienza dell'operatore
- Ampie superfici idriche possono disturbare i sensori ottici
- Forti contrasti luce/ombra «ingannano» i software di processamento
- Il segnale GPS deve essere pulito e sufficientemente forte (limitazioni in aree montane di fondovalle, disturbi da sorgenti elettromagnetiche, tempeste solari)
- Impossibile 'leggere' sotto la superficie dell'acqua
- Con i tradizionali sensori ottici la vegetazione costituisce un ostacolo alla determinazione del DTM. Problema risolvibile solo mediante rilievo laser.
- Morfologie complesse rendono complesso il volo

GRAZIE
e buona missione



STUDIO DRYOS
Angelo Ghirelli
Marcello Manara