



SISTEMI AEROMOBILI A PILOTAGGIO REMOTO (SAPR): TEORIA, APPLICAZIONI e PROSPETTIVE

**Tecniche ispettive di diagnostica remotizzata: sistemi aeromobili a
pilotaggio remoto - UAS**



ISTITUTO ITALIANO
DELLA SALDATURA

Il Gruppo

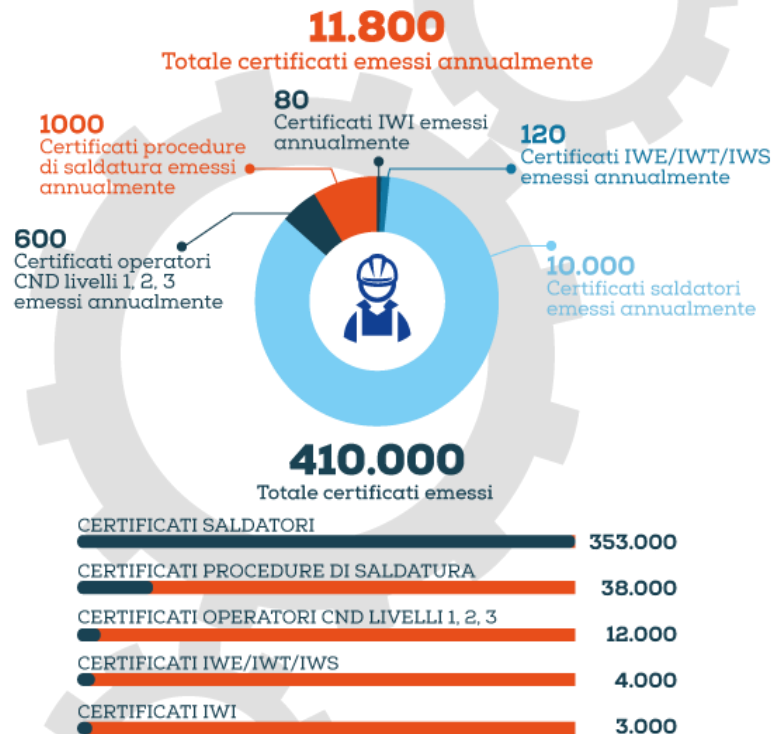
Ing. Matteo Ballestra

*Diagnostica e controlli non distruttivi avanzati
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Genova*

Roma, 21/11/2024



CERTIFICAZIONI



EDITORIA E LETTERATURA



FORMAZIONE



ISPEZIONI E CONTROLLI





Sommario

- ☐ UAS – cosa sono e come funzionano
- ☐ Formazione del personale e normativa vigente
- ☐ Casi studio

UAS – cosa sono e come funzionano



Tecniche di controllo visivo



UAS

UAS: Unmanned Aircraft System - aeromobile a pilotaggio remoto + componenti necessari per il controllo e comando (stazione di controllo) da parte di un pilota remoto



Pilota

Operatore video



Sensori e payload



***Sensori a infrarossi superiori,
visivi e a ultrasuoni verso il
basso, sensori visivi frontali***

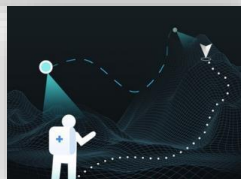
Normativa ENAC



UAS

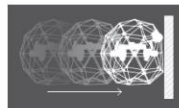
UAS: Unmanned Aircraft System - aeromobile a pilotaggio remoto + componenti necessari per il controllo e comando (stazione di controllo) da parte di un pilota remoto

UAS – uso esterno



- Telaio ripiegabile
- GNSS - GPS
- Doppia sensoristica a bordo
- Modalità di volo intelligente

UAS – uso interno

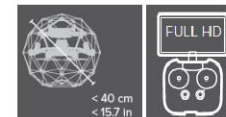
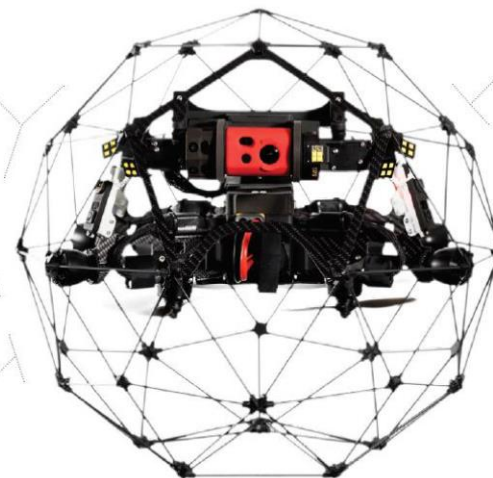


Gabbia protettiva esterna

Sistema di stabilizzazione (GPS free)



Distance lock
Illuminazione integrata



Sistema compatto (40 cm)
Camera 4k
Termocamera
Sistema di gestione dei dati acquisiti



Range Extender
per lavorare senza accesso dei tecnici (BVLOS)

UAV: Unmanned Aircraft Vehicle - Hardware

- Telaio



Ossatura del drone, varia a seconda del numero di rotori presenti.

E' la struttura portante e le sue dimensioni influenzano la stabilità ed il dispendio di energia.

- Motore



Variano in numero a seconda della tipologia di mezzo.

Tipologia «brushless», si hanno consumi minori, zero possibilità di scintille e pesi minori.

- ESC

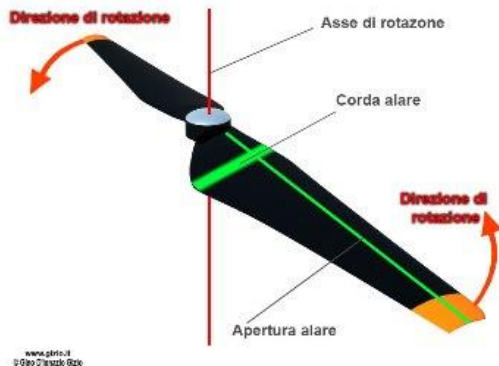


Acronimo di Electronic Speed Controller

Permette il funzionamento del motore di tipo «brushless» regolando il flusso di tensione in ingresso.

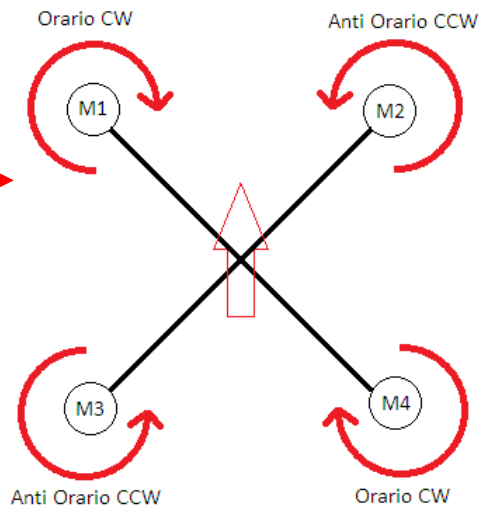
UAV: Unmanned Aircraft Vehicle - Hardware

• Elica



Componente fondamentale dell'UAV, permette di generare portanza e quindi di decollare.

Il passo dell'elica coincide con lo spostamento verticale al piano di giacitura prodotto da una rotazione completa.



Accoppiamento e rotazione dei rotori:

Versi di rotazione opposti per scongiurare una rotazione rigida dell'intero UAV.

• Batteria



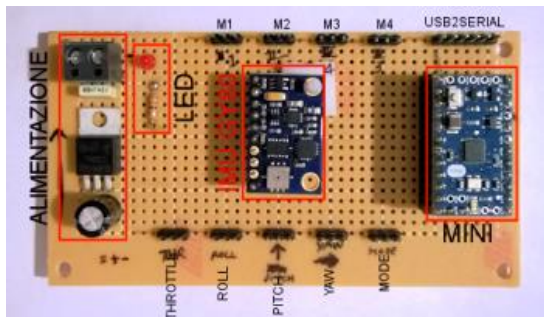
Batterie Li-Po

Peso contenuto per diminuire l'energia necessaria al volo.

Scarica intelligente per preservarne il funzionamento.

UAV: Unmanned Aircraft Vehicle - Hardware

• Flight Controller



E' la centralina di bordo, si occupa di mantenere il drone in volo livellato.

Processa gli input ricevuti dal radiocomando e gestisce gli impulsi agli ESC.

Si interfaccia con la IMU per la stabilità di volo.

• IMU (Inertial Measurement Unit)



- Insieme di componenti elettroniche tra cui GPS, giroscopi, barometri, altimetri, accelerometri, magnetometri che consentono al Flight Controller di migliorare la risposta alle variazioni improvvise esterne.

Giroscopio

- Rivela la posizione rispetto ai tre assi;

Accelerometro

- Rivela l'accelerazione sui tre assi;

Barometro

- Misura l'altitudine e permette alla centralina di mantenere una quota stabile;

Magnetometro

- Permette al drone di mantenere l'orientamento rispetto al campo magnetico terrestre;

UAV: Unmanned Aircraft Vehicle - Hardware

- Gimbal



Giunto cardanico utile alla stabilizzazione su tre assi della fotocamera.

Permette tramite la stazione di controllo di terra di orientare l'inclinazione della camera, variando mediamente da -90° a $+60^\circ$ rispetto all'orizzontale.

- Fotocamere e termocamere



Fondamentali ai fini ispettivi, le camere di cui sono dotati gli UAV possono essere fisse o intercambiabili.

Possono essere orientate tramite il gimbal e talvolta si può usufruire di zoom digitali e/o ottici per permettere all'operatore di mantenere una distanza di sicurezza maggiore dall'obiettivo.

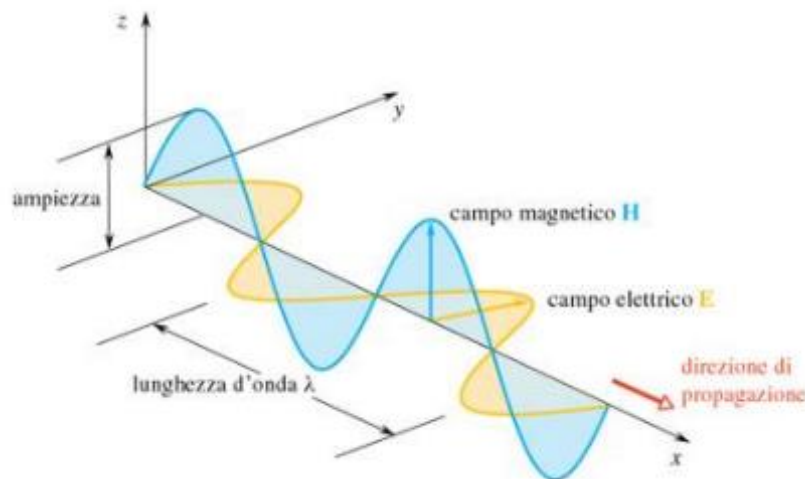


fotocamera fissa

fotocamera intercambiabile

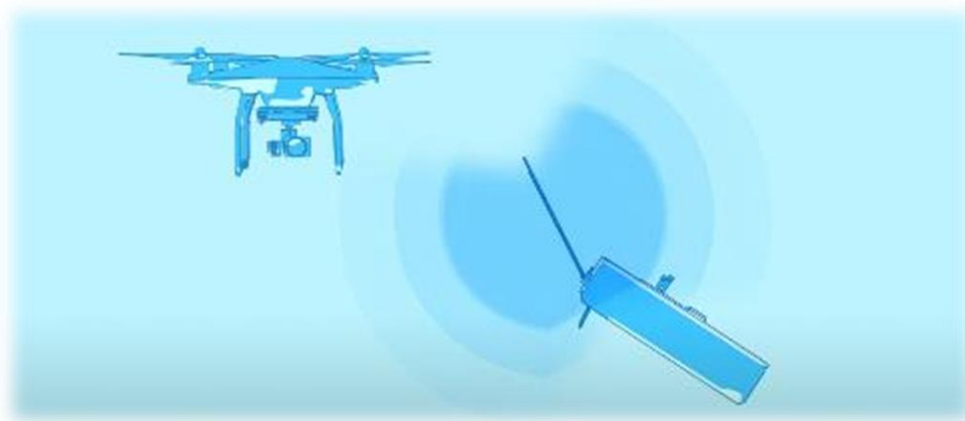


GSC (Ground Station Controller) - Radiocomando



E' il vero sistema di controllo che permette al PIC di impartire dei comandi al UAV tramite due stick mobili a 360°.

E' munito di due antenne per la trasmissione rispettivamente del pacchetto comandi (2.4 GHz) e dello stream video (5.8 GHz).



Antenne omni-direzionali



Formazione del personale e normative vigente

Sommario

☐ UAS – cosa sono e come funzionano

☒ Formazione del personale e normativa vigente

☐ Casi studio





Categoria OPEN
SEMPLIFICATA

ATTUALE SUDDIVISIONE CATEGORIE:

A1: Ambiente urbano

- <250 gr - possibilità di volo sulle persone;

- 250 gr > e <500 gr - possibilità di volo vicino alle persone (no d. min.)

A2: Ambiente Urbano

500gr> e <2 kg – 50 m da persone – rule 1:1;

A3: Ambiente rurale

- 2 kg> e <25 kg – 150 m da persone;

Categoria Specific

Se munito di ex Scenari Standard Nazionali IT-ST5-01 e 02, volo regolamentato da questi ultimi.

Sezione II - Parte A - Disposizioni per gli UAS le cui operazioni ricadono nel Regolamento (UE) n. 2019/947

Art. 6 Registrazione

Art. 7 Operazioni sottoposte a dichiarazione

Art. 8 Immatricolazione



Normative e regolamentazioni – Zone di volo

- Zone geografiche – D-Flight



Zone P: prohibited; Zone R: restricted; Zone D: dangerous

<https://www.d-flight.it/web-app/>

OPERATORE

Francesco Peri

PILOTI REMOTO

M. Ballestra ITA-RP-000003302abr
A. Bosica ITA-RP-000004499abf

RESPONSABILE TECNICO e della MANUTENZIONE

M. Ballestra ITA-RP-000003302abr

VOs

M. Ballestra ITA-RP-000003302abr
A. Bosica ITA-RP-000004499abf

J. Traggiai – U. Gentili – S. Botta – S. Belisario – A. Bosica – M. Calcagno – A. Lazzari – P. Lo Re – A. Bruzzese – C. Baccarini NLD-RP-pcww8d157oo5



Certificato di competenza di Pilota remoto
REMOTE PILOT CERTIFICATE OF COMPETENCY

Nome (Full Name)
MATTEO

Cognome (Last Name)
BALLESTRA

Numero di registrazione (Registration number)
ITA-RP-000003302abr

Data di scadenza (Expiration date)
02.05.2025



Normative e regolamentazioni – Zone di volo

• Richieste di riserva di spazio aereo

		MODELLO ATM-09 "RISERVA DI SPAZIO AEREO PER OPERAZIONI CON APR" (All. "C" Circ. ATM-09) C.F.: 97158180584		Bollo assolto in modo virtuale (aut. Dir. Reg. entrate Lazio N. 335047/98 del 30/11/1998)	
		Dati fattura ⁽¹⁾			
		BD3	Numero	Data	
A ⁽²⁾ : _____ Cc ⁽²⁾ : _____					
Il richiedente ⁽³⁾ : _____ Tel/Mob.: _____ E-mail/Pec: _____					
Evento/attività	Tipo di attività ⁽⁴⁾ : _____				
	Tipo di APR ⁽⁵⁾ : _____				
	Località di decollo e coordinate geografiche ⁽⁶⁾ : _____				
	Località di atterraggio e coordinate geografiche ⁽⁶⁾ : _____				
	Località dove si svolge l'attività: _____				
Elementi identificativi dello spazio aereo interessato dall'attività	Limiti laterali ⁽⁶⁾ : Area racchiusa dalla congiungente i punti di coordinate geografiche				
oppure					
Raggio di _____ NM (_____ Km) con centro nel punto di coordinate geografiche: _____					
Limiti verticali ⁽⁷⁾ : inferiore _____ /superiore _____					
Ubicazione rispetto al capoluogo di provincia o alla radioassistenza più vicina: _____					
Distanza dall'ARP/coordinate aeroporto di _____ NM (_____ Km)					
Data/e orario/i inizio attività ⁽⁸⁾					
Altre notizie utili alla sicurezza delle operazioni ⁽⁹⁾					
Fornitore SNA civile			Fornitore SNA militare		
Voluzione ATS ⁽¹⁰⁾					
Luogo e data _____			Firma operatore APR _____		

Il richiedente ⁽³⁾ :	
Tel/Mob.:	E-mail/Pec:
Evento/attività	Tipo di attività ⁽⁴⁾ :
	Tipo di APR ⁽⁵⁾ :
	Località di decollo e coordinate geografiche ⁽⁶⁾ :
	Località di atterraggio e coordinate geografiche ⁽⁶⁾ :
	Località dove si svolge l'attività:

Elementi identificativi dello spazio aereo interessato dall'attività	Limiti laterali ⁽⁶⁾ : Area racchiusa dalla congiungente i punti di coordinate geografiche
oppure	
Raggio di _____ NM (_____ Km) con centro nel punto di coordinate geografiche: _____	
Limiti verticali ⁽⁷⁾ : inferiore _____ /superiore _____	
Ubicazione rispetto al capoluogo di provincia o alla radioassistenza più vicina: _____	
Distanza dall'ARP/coordinate aeroporto di _____ NM (_____ Km)	
Data/e orario/i inizio attività ⁽⁸⁾	
Altre notizie utili alla sicurezza delle operazioni ⁽⁹⁾	

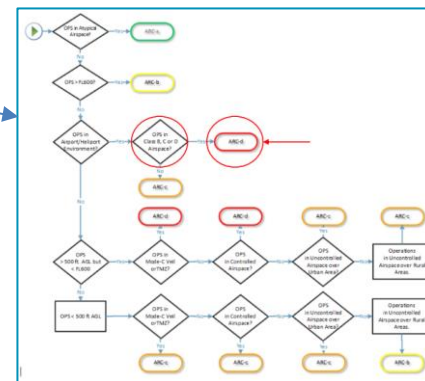
Normative e regolamentazioni – Zone di volo

• Richieste di riserva di spazio aereo – sedime aeroportuale

Elenco della documentazione necessaria per una richiesta di autorizzazione operativa

#	Descrizione	Documento n°	Ed	Rev	Data
1	Domanda di Autorizzazione Operativa	Enac 174515	-	-	04/08/2023
2	PEC inoltrata ad ENAC	-	-	-	04/08/2023
3	M.O. VLOS SAPR DJI MINI 3 Pro	M.O.Ed.1 Rev.0	1	0	04/08/2023
4	M.M. VLOS SAPR DJI MINI 3 Pro	M.M.Ed.1 Rev.0	1	0	04/08/2023
5	M.V. VLOS SAPR DJI MINI 3 Pro	M.V. Ed.1 Rev.0	1	0	04/08/2023
6	DJI_Mini_3_Pro_User_Manual_v1.2_IT	-	-	-	-
7	CCL /Reg. Esecutivo 2019947	1A	1	0	04/08/2023
8	CCL /Reg. UAS-IT	1B	1	0	04/08/2023
9	Ordine attività Ente Aeroporto di Genova	Ordine 0373.23	-	-	21/06/2023

2. Dettagli dell'operazione UAS	
2.1 Data inizio operazioni	gg/mm/aaaa 11/09/2023
2.2 Data fine operazioni	gg/mm/aaaa 27/10/2023
2.3 Area delle operazioni	Ved. M.O. VLOS Ed.1 Rev.0 - Par. 3.2 - Par. 3.5.1 (sequenza di punti in LAT-LONG) Ved. M.O. VLOS Ed.1 Rev.0 - Par. 3.2 - Par. 3.5.1
2.4 Risk assessment e revisione	☒ SORA v1 Rev.0 ☐ PDRA # - - - ☐ Altro
2.5 Livello di assurance ed integrity	SAIL I
2.6 Tipo di operazione	☒ VLOS ☐ BVLOS
2.7 Trasporto di merci pericolose	☐ SI ☒ NO
2.8 Caratterizzazione del rischio al suolo	Ved. M.O. VLOS Ed.1 Rev.0 - Par. 3.2 - Par. 3.5.1
2.8.1 Area delle operazioni	Ved. M.O. VLOS Ed.1 Rev.0 - Par. 3.2 - Par. 3.5.1
2.8.2 Area adiacente	Ved. M.O. VLOS Ed.1 Rev.0 - Par. 3.2 - Par. 3.5.1
2.9 Limite superiore del volume operativo	Ved. M.O. VLOS Ed.1 Rev.0 - Par. 3.2 - Par. 3.5.1
2.10 Tipo di spazio aereo delle operazioni	☐ A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ E ☐ F ☐ G ☐ U-SPACE
2.10 Tipo di spazio aereo delle operazioni	Sedime aeroportuale - Aeroporto di Genova ☐ Altro, specificare
2.11 Livello di rischio aereo residuo	☒ ARC-a ☐ ARC-b ☐ ARC-c ☐ ARC-d
2.11.1 Area delle operazioni	☒ ARC-a ☐ ARC-b ☐ ARC-c ☐ ARC-d
2.11.2 Area adiacente	☒ ARC-a ☐ ARC-b ☐ ARC-c ☐ ARC-d



COMPONENTE	SCADENZA	ISPEZIONE	SOSTITUZIONE	NOTE
Batterie APR	100 cicli di scarica	Verifica tensione prima di ogni volo	Ogni 100 cicli di carica	Da sostituire immediatamente in caso di malfunzionamenti
Batterie SAPR	100 cicli di scarica	Verifica tensione prima di ogni volo	Ogni 100 cicli di carica	Da sostituire immediatamente in caso di malfunzionamenti
Motori Elettrici	1000 h di volo	Prima di ogni volo	Quando necessario	Da sostituire immediatamente in caso di malfunzionamenti
Eliche/rotori	1000 h di volo	Prima di ogni volo	Quando necessario	Da sostituire immediatamente in caso di malfunzionamenti
Monitor	1000 h di volo	Prima di ogni volo	Quando necessario	Da sostituire immediatamente in caso di malfunzionamenti

CCL 1A)

COMPLIANCE CHECK LIST al REGOLAMENTO DI ESECUZIONE (UE) 2019/947 della COMMISSIONE del 24 maggio 2019 relativo a norme e procedure per l'esercizio di aeromobili senza equipaggio

REGOLAMENTO DI ESECUZIONE (UE) 2019/947	Metodo di rispondenza e, ove applicabile, riferimento al M.O. VLOS Ed.1 Rev.0	Compliant
Articolo 1: Oggetto Il presente regolamento stabilisce le disposizioni dettagliate per l'esercizio di sistemi di aeromobili senza equipaggio nonché per il personale, compresi i piloti remoti, e per le organizzazioni coinvolte in tali operazioni.	Tutte le disposizioni sono rispettate	SI
Articolo 2: Definizioni Ai fini del presente regolamento si applicano le definizioni di cui al regolamento (UE) 2018/1139. Si applicano inoltre le seguenti definizioni: 1) «sistema di aeromobili senza equipaggio» («UAS»): un aeromobile senza equipaggio e i suoi dispositivi di controllo remoto; 2) «operatore di sistema di aeromobili senza equipaggio» («operatore UAS»): ogni persona fisica o giuridica che utilizzi o intenda utilizzare uno o più UAS; 3) «assembamenti di persone»: raduni di persone in cui è impossibile disperdersi a causa dell'elevata densità del gruppo.	Definizioni presenti Par. 1.1.2.	SI



Sommario

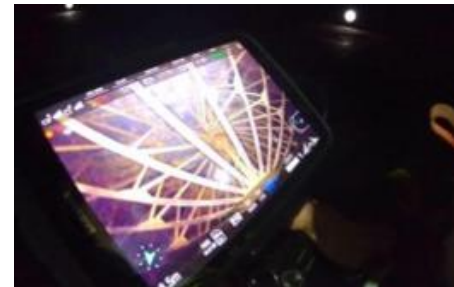
- ☐ UAS – cosa sono e come funzionano
- ☐ Formazione del personale e normativa vigente
- ☒ Casi studio

Casi studio





Ispezione interna serbatoio di stoccaggio gasolio - parte 1 di 2

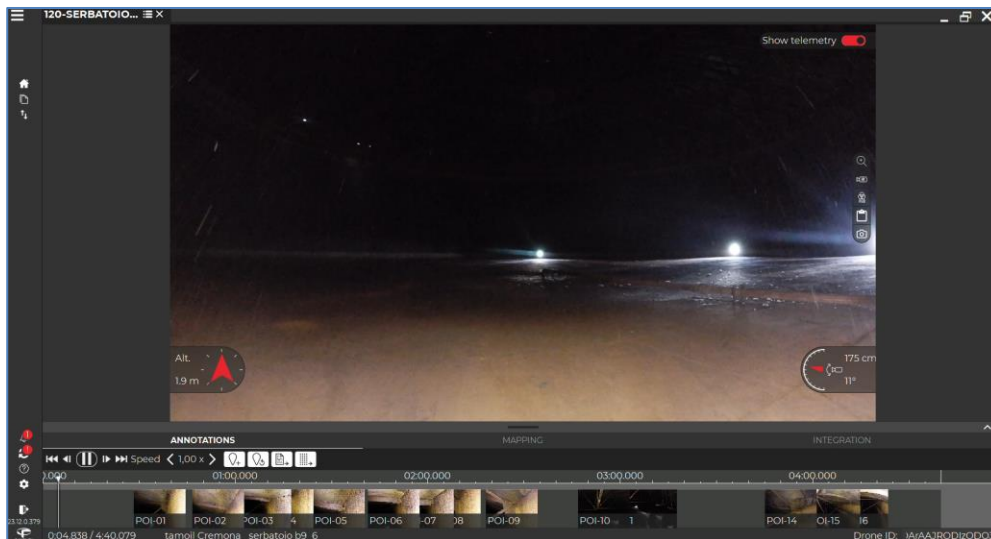


- Accesso tramite passo d'uomo $\Phi=500$ mm;
- Temperature di lavoro elevate;
- Polvere e scarso illuminamento;
- Ripetitività dei difetti;
- Difficoltà a mappare le indicazioni.





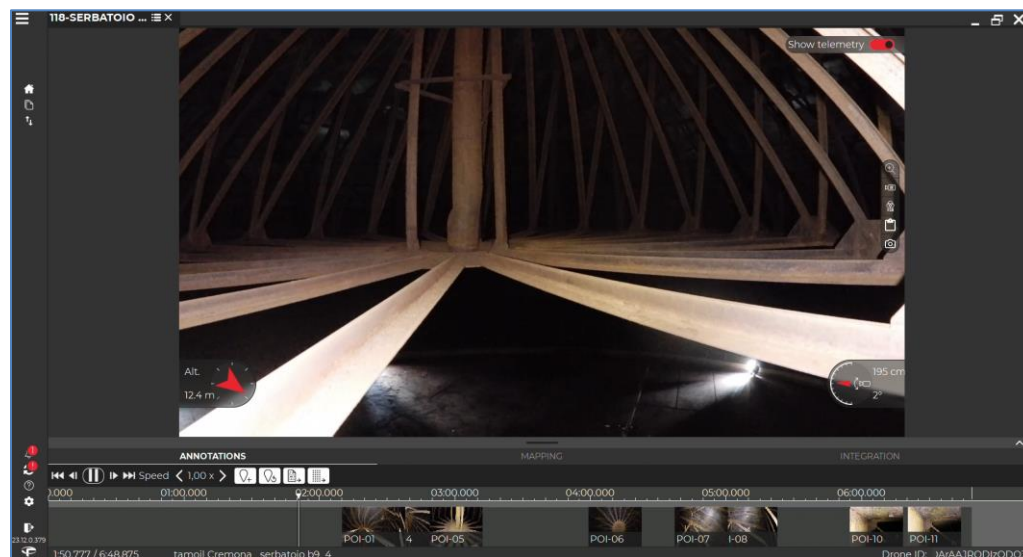
Ispezione interna serbatoio di stoccaggio gasolio - parte 2 di 2



Deformazioni struttura portante 2 di 2



Danneggiamenti alle connessioni





Ponti multi-campata a scavalco di fiumi



Fusti di pile in alveo



Testa pila



Campate in alveo



Intradosso di campata

- Ponte di luce ~ 500 m;
- Difficoltà di accesso in alveo;
- Forti interferenze elettromagnetiche ferroviarie;
- Ripetitività dei difetti;
- Difficoltà a mappare le indicazioni.



ISTITUTO ITALIANO
DELLA SALDATURA

—
Il Gruppo

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Ing. Matteo Ballestra

Email: matteo.ballestra@iisservice.it

Cell.: +39 335 7041925

