



UNIONE EUROPEA  
Fondo Sociale Europeo  
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Crowd for the Environment

Monitoraggio degli sversamenti illegali attraverso l'impiego sinergico di tecnologie avanzate e delle segnalazioni spontanee del cittadino

**Specifiche per ideazione, progettazione e realizzazione di prototipi sperimentali RPAS**

OR1 "Strumenti di Telerilevamento"  
WP16 "Allestimenti RPAS"



## Indice

0	Introduzione.....	2
0.1	Scopo.....	2
0.2	Motivazione.....	2
0.3	Applicabilità.....	2
0.4	Acronimi e definizioni.....	2
1	Specifiche di progettazione e sviluppo dei setup di acquisizione dati a terra.....	4
1.1	Oggetto dei servizi richiesti e identificazione degli output.....	4
1.2	Descrizione della componentistica da assemblare.....	4
1.3	Descrizione dei moduli HW di acquisizione e data recording.....	5
1.4	Note sulla fattibilità del setup sperimentazione in volo.....	6
2	Input.....	7
3	Tempi di consegna.....	7
4	Piano di fatturazione.....	7
5	Output di consegna e note documentali allegate.....	7

## 0 Introduzione

### 0.1 Scopo

Il presente documento costituisce la relazione a supporto degli acquisti da effettuarsi al fine del completamento delle attività previste dal WP16 **“Allestimenti RPAS”** del **progetto C4E, “Crowd for the Environment: Monitoraggio degli sversamenti illegali attraverso l’impiego sinergico di tecnologie avanzate e delle segnalazioni spontanee del cittadino”**,

In tale contesto, l’**OR1 “Strumenti di telerilevamento”**, coordinato dal CIRA, si propone di fornire all’operatore una serie di strumenti di supporto nell’individuazione e caratterizzazione di discariche e/o sversamenti illegali attraverso lo sviluppo di tecnologie e soluzioni di telerilevamento, mediante l’elaborazione e l’analisi di dati telerilevati. In particolare, il secondo modulo dell’OR1 si concentra sulle **tecnologie telerilevamento da drone**, per la caratterizzazione di criticità ambientali.

Il pacchetto di lavoro **WP16** portato avanti da **Analist Group** è finalizzato alla progettazione di configurazioni innovative di piattaforme droni in grado di gestire il trasporto e il controllo della strumentazione di telerilevamento opportunamente connessa ad un computer di bordo che renda possibile l’elaborazione on the fly dei dati acquisiti.

I sistemi di acquisizione dati, durante le sperimentazioni, dovranno essere connessi a dei data recorder. I sistemi di acquisizione dati, i data recorder installati su mini PC e quanto necessario all’alimentazione e all’interconnessione degli stessi, dovranno essere integrati in uno specifico **modulo HW di acquisizione e data recording**, che a sua volta sarà imbarcato a bordo di RPAS (**setup di sperimentazione in volo**) o integrato in **setup di sperimentazione a terra**.

### 0.2 Motivazione

Il presente documento riporta le specifiche tecniche per **la progettazione e la realizzazione di moduli HW innovativi di acquisizione e data recording di point cloud** e la loro **integrazione in setup originali di sperimentazione a terra in volo**, appositamente ideati e progettati.

### 0.3 Applicabilità

Il presente documento contribuisce all’OR1 del progetto **“Crowd for the Environment: Monitoraggio degli sversamenti illegali attraverso l’impiego sinergico di tecnologie avanzate e delle segnalazioni spontanee del cittadino”**, acronimo **“C4E”**, finanziato dal MIUR nell’ambito dell’iniziativa promossa dall’ **“Avviso per la presentazione di ricerca industriale e sviluppo sperimentale per le 12 aree di specializzazione individuate dal PNR 2015-2020”** del 13-07-2017.

*Il Codice Unico di Progetto (CUP) assegnato ad Analist Group s.r.l. per detto progetto è B86C18003590005, mentre il Codice di Concessione è RNA-COR è 896200.*

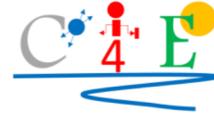
### 0.4 Acronimi e definizioni

**Tabella 1: Acronimi e definizioni**

Acronimo	Definizione
API	Application Programming Interface
C4E	Crowd for the Environment



Specifiche per ideazione, progettazione e realizzazione di prototipi sperimentali RPAS



<b>COTS</b>	Commercial Off-The-Shelf component
<b>ESC</b>	Electronic Speed Controller
<b>GCS</b>	Ground Control Station
<b>GIS</b>	Geographical Information System
<b>GNSS</b>	Global Navigation Satellite System
<b>HW</b>	Hardware
<b>IMU</b>	Inertial Measurement Unit
<b>IR</b>	Infra-Red
<b>LWIR</b>	Long Waves Infra-Red
<b>MUR</b>	Ministero dell'Università e della Ricerca
<b>MS</b>	Multi-Spectral
<b>NIR</b>	Near Infra-Red
<b>PC</b>	Personal Computer
<b>PID</b>	Proporzionale, Integrale, Derivativo
<b>PNR</b>	Programma Nazionale di Ricerca
<b>RPAS</b>	Remote Piloted Aerial System
<b>SFM</b>	Structure From Motion
<b>SLAM</b>	Simultaneous Localization And Mapping
<b>SW</b>	Software
<b>TRL</b>	Technology Readiness Level

# 1 Specifiche di progettazione e sviluppo dei setup di acquisizione dati a terra

## 1.1 Oggetto dei servizi richiesti e identificazione degli output

I servizi richiesti sono i seguenti:

1. progettazione di un **modulo HW di acquisizione e data recording** a componentistica parzialmente intercambiabile, contrassegnato come output progettuale **P1**;
2. assemblaggio di **n. 4 moduli HW di acquisizione e data recording** comprensivi della minuteria elettrica ed elettronica e della componentistica meccanica di supporto, contrassegnato come output realizzativo **R1.1, R1.2, R1.3, R1.4**;
3. progettazione di una configurazione integrata (**setup di sperimentazione in volo**) basata su piattaforma DJI Matrice 300, contrassegnata come output progettuale **P3**;
4. integrazione di **n. 1 setup di sperimentazione in volo**, contrassegnato come output realizzativo **R3**.

I servizi sono da quotarsi separatamente.

## 1.2 Descrizione della componentistica da assemblare

I sistemi di **moduli HW di acquisizione e data recording** comprendono la seguente “**componentistica mandatoria dei moduli HW di acquisizione e data recording**”:

1. Alimentazione: Batteria Efest 20° o equivalente, da acquistarsi a cura dell’assemblatore;
2. Sistema di ricarica (Battery Management System): Aideepen PCB BMS o equivalente, da acquistarsi a cura dell’assemblatore;
3. Sensore Intel Real Sense Depth Camera D455 oppure D435i;
4. Sensore Intel Real Sense Tracking Camera T265;
5. Sensore Intel RealSense LIDAR Camera L515 da montare in alternativa alle Depth Camera;
6. Flight Controller PixHawk PX4+ Cube Orange ADSB oppure Flight Controller PixHawk 1;
7. Modulo GNSS per PixHawk PX4 oppure per PixHawk 1;
8. Data Recorder basato su mini PC di dimensioni massime: 15 cm x 15 cm x 10 cm
9. Hub USB, da acquistarsi a cura dell’assemblatore;
10. Sistema di stabilizzazione di tensione per alimentazione dei sensori tramite pacco batterie da acquistare a cura dell’assemblatore;
11. Cavi e connettori, da acquistarsi a cura dell’assemblatore;
12. Case, da acquistarsi o realizzarsi a cura dell’assemblatore;
13. Sistema di aggancio per setup di sperimentazione in volo, basato su soluzione DJI Matrice 300 da customizzarsi.

Il **setup di sperimentazione in volo**, sarà basato su soluzione DJI, e includerà:

1. n. 1 DJI Matrice 300 RTK;

	<p>Specifiche per ideazione, progettazione e realizzazione di prototipi sperimentali RPAS</p>	
---	---	---

2. n. 2 Batterie DJI TB60;
3. n. 1 stazione di ricarica batterie DJI BS60.

Il progetto dei sistemi consiste nei disegni tecnici del setup e la documentazione a corredo, che comprende marca e modelli di tutto materiale impiegato e un tracciato delle connessioni elettriche di potenza e di segnale. Dovranno essere inoltre forniti anche disegni tecnici dei setup droni.

### 1.3 Descrizione dei moduli HW di acquisizione e data recording

I moduli HW di acquisizione e data recording sono finalizzati all'elaborazione in tempo reale dei dati di posizione e assetto camera e dei point cloud, per la ricostruzione tridimensionale della scena acquisita. L'idea è quella di costruire una sorta di box, dotato di batteria autonoma, che possa essere montato su un qualsiasi velivolo il cui limite di carico sia superiore a quello del box stesso.

I dati per la ricostruzione tridimensionale in tempo reale della scena verranno acquisiti grazie alla componentistica riportata al paragrafo 1.2 **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata. [REQ-1.1]**. Il payload verrà equipaggiato con un sensore di tracciamento (Intel Real Sense T265) che ne rilevi istante per istante la posizione in un riferimento arbitrario. La ricostruzione della tridimensionalità della scena viene garantita da sensori di point cloud, in particolare camere di profondità (Intel Real Sense D435i o D455) o Lidar (Intel Real Sense L515) in grado di estrarre una nuvola di punti corrispondenti alle coordinate degli oggetti nella scena inquadrata. Deve essere pertanto garantita l'intercambiabilità tra questi tre modelli di sensori. **[REQ-1.2]** Entrambi i tipi sensori, tracciamento e point cloud, dovranno essere posizionati con puntamento nadir rispetto al case. **[REQ-1.3]** Il case dovrà poter essere montato anche con un pitch fino a 30° rispetto al velivolo. **[REQ-1.4]** Il montaggio dovrà essere possibile sia su setup di terra **[REQ-1.5]** sia su setup di volo **[REQ-1.6]**.

L'elaborazione dei dati è effettuata attraverso un mini costituito da una scheda madre Intel NUC 8 Pro NUC8v7PBN equipaggiata con un hard disk M2 da 2 TB e 64 GB di memoria RAM, una configurazione, questa, che garantirà sia la capacità di archiviazione che la potenza di calcolo necessarie all'elaborazione in tempo reale delle nuvole di punti acquisite durante i sorvoli. Il flight controller (PixHawk) permette di recuperare i dati di posizione assoluta e, di conseguenza, la proiezione della ricostruzione tridimensionale in un riferimento geografico convenzionale. Il modulo deve essere compatibile con diversi modelli di PixHawk tra cui PixHawk 1 e PixHawk PX4 Cube Orange ADSB. **[REQ-1.7]**

Il box verrà equipaggiato con un circuito di sicurezza che protegge la strumentazione da sovraccarichi di corrente. **[REQ-1.8]** Inoltre è prevista la presenza di un misuratore di tensione per monitorare agevolmente lo stato delle batterie. **[REQ-1.9]** Le batterie verranno ricaricate attraverso un apposito jack ricavato nella scocca del box, a cui verrà collegato un idoneo alimentatore. **[REQ-1.10]**

La configurazione studiata ha un peso di circa 547 g a meno della struttura del box e della cavetteria/viteria necessarie per l'assemblaggio ed i collegamenti elettrici. Il peso complessivo lordo dovrà essere di massimo 1,5 kg per tutte le configurazioni previste, salvo ulteriori richieste di dettaglio da parte del committente che aggravino detto peso. **[REQ-1.11]**

La "componentistica a scelta" a carico del fornitore sarà rimborsata immediatamente previa presentazione di fattura per un massimo di 300 Euro per ciascun modulo HW di acquisizione e data recording.

	Specifiche per ideazione, progettazione e realizzazione di prototipi sperimentali RPAS	
---	--	---

Il posizionamento dei sensori è ritenuto accettabile se essi non occludono o fanno in modo che sia occluso il campo di vista dei sensori una volta montate nei setup drone o di terra **[REQ-1.12]**.

**Tabella 2 Componentistica da includere nel case del modulo HW di acquisizione e data recording**

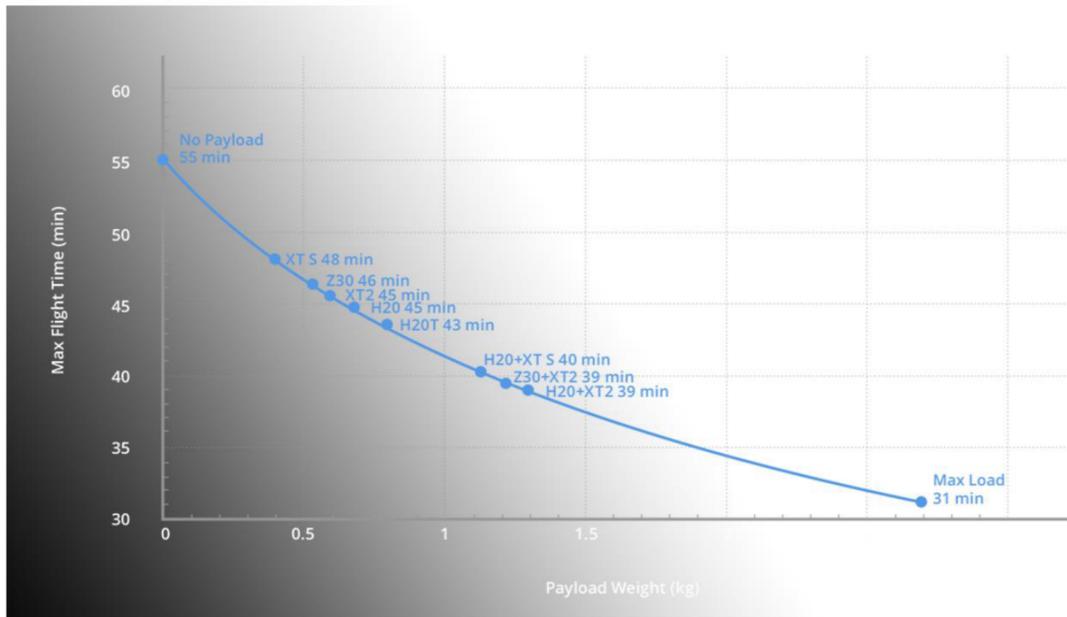
Modulo	Device	Peso [g]
Tracking camera	Intel T265	55
Depth camera	Intel D435i o Intel D455	72
Motherboard	Es: Intel NUC11TNKi7	300 <sup>1</sup>
Hard disk	Crucial P2 CT2000P2SSD8 2TB	17
RAM	Corsair SODIMM 2x16 GB 2400 MHz	32
Flight controller	Pixhawk 4	16
Circuito di ricarica della batteria	Aideepen PCB BMS	10
Pacco batterie	Batteria Efest 20° (x3)	139
Misuratore di tensione	Voltmetro digitale con barra led	6
<b>Peso netto payload</b>		<b>547</b>

<sup>1</sup> Il peso della motherboard non è dichiarato sul sito del produttore. Ai fini del dimensionamento dei pesi, si considera dunque il valore ragionevole di 300 grammi

Si noti che per motivi di performance l'antenna GNSS potrebbe dover essere dislocata rispetto al case dei sensori. Questo costituisce un grado di libertà di progettazione.

#### 1.4 Note sulla fattibilità del setup sperimentazione in volo

Il drone scelto per la sperimentazione è il DJI Matrice 300 RTK **[REQ-2.1]**, il quale ha una capacità di carico massima di 2.7 kg per un peso massimo al decollo di 9 kg. Dalla curva peso/autonomia pubblicata dal produttore e mostrata in Figura 1 si evince che, a carico massimo, il tempo di volo stimato è dell'ordine dei 31 minuti. Data l'attuale configurazione del box che, come accennato in precedenza, esclude il peso della struttura e dei collegamenti, l'autonomia stimata per il sistema in fase di sviluppo è tra circa 48 minuti ed il limite, sopra citato, dettato dal carico massimo. Tutti questi valori sono compatibili con i sorvoli necessari per le attività progettuali e, più in generale, con gli scenari operativi prospettati.



**Figura 1. Diagramma peso/autonomia del drone DJI Matrice 300 RTK.**

## 2 Input

Gli input dell'attività consistono nella componentistica da integrare, salvo ove specificato che la componentistica è a carico del fornitore.

## 3 Tempi di consegna

Le attività dovranno concludersi entro il 15-05-2022 salvo ritardi di consegna della componentistica rispetto a quanto in seguito riportato.

Al kick-off sarà disponibile l'HW per la realizzazione dei moduli HW di acquisizione e data recording. Il dettaglio del piano di consegne sarà concordato con il fornitore, dipenderà anche dalla disponibilità della componentistica HW presso il committente e potrà essere più volte rivisto in caso di ritardi nella disponibilità dei componenti.

## 4 Piano di fatturazione

Il piano di fatturazione potrà essere proposto dal committente, con i seguenti vincoli:

- l'anticipo dovrà essere non superiore al 65% del pattuito;
- il saldo potrà avvenire solo su presentazione della documentazione descritta al capitolo 5.

## 5 Output di consegna e note documentali allegate

L'output di consegna dovrà comprendere:

- prototipi assemblati/realizzati/integrati nel numero concordato;
- documentazione fotografica commentata dei setup assemblati/realizzati/integrati.

	Specifiche per ideazione, progettazione e realizzazione di prototipi sperimentali RPAS	
---	--	---

- brevi note di utilizzo.

La seguente tabella mostra la corrispondenza tra output realizzativi e note tecniche da allegare.

**Tabella 3 Note documentali**

Output	Documentazione da allegare
<b>P1</b>	<b>D.P1</b> Disegni di progettazione oppure foto di assemblaggio/realizzazione as built con dettaglio delle parti, nota d'uso
<b>R1.1</b>	<b>D.R1.1</b> Foto assemblaggio con identificativo
<b>R1.2</b>	<b>D.R1.2</b> Foto assemblaggio con identificativo
<b>R1.3</b>	<b>D.R1.3</b> Foto assemblaggio con identificativo
<b>R1.4</b>	<b>D.R1.4</b> Foto assemblaggio con identificativo
<b>R2</b>	<b>D.R2</b> Disegni di progettazione oppure foto di integrazione/modifica as built con dettaglio delle parti, nota d'uso
<b>R2.1</b>	<b>D.R2.1</b> Foto realizzazione con identificativo