

# Il progetto AI-RON MAN: come l'unione di dati satellitari ed Intelligenza Artificiale ci aiuterà a proteggere le infrastrutture dagli incendi

di Davide Ottonello, Tiziano Cosso, Simone Parmeggiani, Alessandra Speranza



Fig. 1 - Una stazione radio base distrutta da un incendio, California Luglio 2019.

Un consorzio di PMI italiane sta lavorando per sfruttare le immagini catturate dai satelliti Copernicus al fine di creare un algoritmo di Intelligenza Artificiale che possa prevedere il rischio di incendi boschivi e proteggere le nostre infrastrutture di telecomunicazione sparse sul territorio.

Il progetto “AI-RON MAN: AI-based wildfiRe prediction for the risk MANagement of TLC Infrastructures” nasce ufficialmente a Settembre 2022 grazie ai finanziamenti della quarta Open Call del progetto Horizon 2020 “AI4Copernicus” ([www.ai4copernicus-project.eu](http://www.ai4copernicus-project.eu)). Il consorzio è formato da tre PMI italiane, nello specifico: STAM S.r.l., società di innovazione tecnologica con esperienza nel campo dell’Intelligenza Artificiale, GTER S.r.l., esperti nel campo dei GIS e Earth Observation, e LA SIA S.p.A., società di ingegneria che progetta e gestisce infrastrutture di telecomunicazione. AI-RON MAN coniuga l’utilizzo di dati satellitari e i modelli

di intelligenza artificiale per prevedere il rischio di incendi boschivi nelle aree dove sono presenti le infrastrutture di telecomunicazione, ovvero una delle spine dorsali su cui si basa la nostra società ed il nostro sistema economico. Il prodotto finale sarà dunque un sistema software di monitoraggio del rischio incendi e alerting per i gestori dell’infrastruttura.

### La minaccia (crescente) degli incendi boschivi e le ripercussioni sul mondo Telecomunicazioni

Il cambiamento climatico e i suoi effetti negativi sull’ambiente e sulla nostra società sono ormai noti, anche grazie ai sempre più frequenti episodi

di cronaca che riportano l’accadimento di eventi estremi dalle conseguenze nefaste in termini economici e di vite umane. Secondo l’European Environment Agency, il riscaldamento globale ha notevolmente aumentato il rischio di incendi boschivi su tutto il territorio Europe, determinando le condizioni per cui l’estensione e l’intensità degli incendi boschivi nell’Unione Europea aumenteranno nei prossimi anni. A riprova di quanto appena scritto, il 2019 è stato l’anno peggiore della storia recente per numero di incendi, con oltre 400.000 ettari di terreno naturale bruciato in Europa. Di conseguenza, gli incendi nelle foreste e nelle aree selvag-

ge europee hanno e avranno un grande impatto sulle risorse agricole e sugli insediamenti urbani, con conseguenze critiche per la sicurezza e la salute dei cittadini, la salvaguardia dei beni economici e la fornitura di servizi essenziali dagli ecosistemi danneggiati dal fuoco. Tra tutte le infrastrutture critiche minacciate dagli incendi, le infrastrutture di telecomunicazione (TLC) come le stazioni radio base (BTS) sono particolarmente esposte poiché sono tipicamente collocate in luoghi remoti vicino o addirittura all'interno delle foreste. Seppur sia un problema ancora poco sentito in Europa, negli USA le ripercussioni degli incendi sulle infrastrutture TLC in anni recenti sono state devastanti. In particolare, gli incendi avvenuti nel 2019 in California hanno causato ingenti danni e disservizi alla rete di telefonia mobile dello stato. La portata del problema non è da sottovalutare. Secondo uno studio, circa una persona su quattro negli Stati Uniti vive in un'area servita da torri di telefonia cellulare a rischio di interruzione causata da incendi, e ciò è dovuto al fatto che più di 430.000 ricetrasmittenti di rete cellulare coprono circa 85 milioni di persone si trovano in aree che il servizio forestale degli Stati Uniti considera a rischio di incendio moderato o elevato. Allo stesso modo, in tutta Europa ci sono 426.000 siti di torri e la maggior parte di essi sono di categoria rawland (quindi installate sul terreno) e situati al di fuori del tessuto urbano, in zone remote come monti e foreste. Le interruzioni dell'infrastruttura TLC possono causare gravi conseguenze per la popolazione, i servizi essenziali e altri settori economici, ma anche problemi

a breve termine dovuti all'indisponibilità della rete di telefonia cellulare su cui i primi soccorritori si affidano principalmente per la gestione delle emergenze e la comunicazione durante le missioni di soccorso.

### I dati satellitari come fonte di informazioni

Esistono migliaia di dataset contenenti informazioni riguardanti l'osservazione della terra, che beneficiano diversi campi della scienza umana. Questi dati sono, per la maggior parte, open source e lo rimarranno almeno fino al 2037, motivo per cui intorno a questi progetti (NOAA EUMETSAT etc) sono nati alcuni servizi cosiddetti di rianalisi (reanalysis) che altro non sono che modelli costruiti sulla base di questi dati per fornire informazioni pronte da utilizzare.

ERA5-Land, ad esempio, è un set di dati di rianalisi che fornisce una visione coerente dell'evoluzione delle variabili del terreno nel corso di diversi decenni con una risoluzione migliorata rispetto a ERA5. ERA5-Land è stato prodotto riproducendo la componente terrestre della rianalisi climatica ERA5 dell'ECMWF (European Centre for Medium-Range

Weather Forecasts). La rianalisi combina i dati del modello con le osservazioni provenienti da tutto il mondo in un set di dati completo e coerente a livello globale utilizzando le leggi della fisica. La rianalisi produce dati che risalgono a diversi decenni indietro nel tempo, fornendo una descrizione accurata del clima del passato.

All'interno del progetto AI-RON MAN, sono stati analizzati ed utilizzati alcuni dati satellitari ritenuti rilevanti per studiare il fenomeno degli incendi boschivi. Tali dati riguardano principalmente le condizioni dell'aria, della vegetazione e del suolo.

Ad esempio, sono stati presi in considerazione i dati relativi alla temperatura rilevata a 2 metri da terra (t2m, calcolato per interpolazione tra il livello più basso del modello e la superficie terrestre, tenendo conto delle condizioni atmosferiche) e temperatura al suolo lvl 1 (ossia la temperatura del suolo nello strato 0 - 7 cm del sistema di previsione integrato ECMWF). Questi dati sono forniti attraverso la piattaforma CDS (Climate Data Storage), da cui è possibile leggere anche documentazione aggiuntiva.

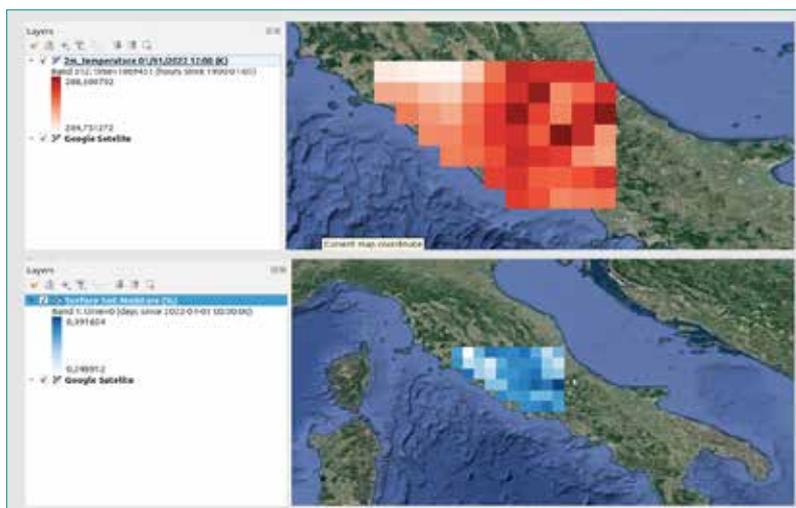


Fig. 2 - La rete neurale alla base del progetto AI-RON MAN.

In aggiunta ai dati di temperatura, sono stati presi in considerazione altri due modelli, riguardanti il Burned Area Index (BAI) ossia il numero di giorni in cui una determinata zona del globo è andata a fuoco (dato calcolato ogni 15 giorni) e il dato relativo all'umidità del suolo di superficie (Surface Soil Moisture). È bene sottolineare che tali dati devono spesso essere post-processati per renderli omogenei ed utilizzabili. Infatti, sebbene i 3 dataset descritti in precedenza provengano tutti dalla stessa piattaforma cds e siano accessibili tramite lo stesso servizio API, la risoluzione spaziale e temporale non era omogenea. Pertanto, è stato necessario effettuare un ricampionamento al fine di armonizzare i dati alla stessa risoluzione spaziale di 0.25x0.25 gradi (circa 250x250m per cella).

### L'intelligenza artificiale per predire il rischio di eventi estremi

L'intelligenza artificiale (IA) è al giorno d'oggi una tecnologia ormai consolidata, anche se ancora con grandi margini di miglioramento e con infinite nuove possibili applicazioni alla portata di utenti

senza particolari abilità che la renderanno incredibilmente pervasiva. Alla fine del 2022, ad esempio, è stato lanciato il servizio ChatGPT di OpenAI, ovvero un chatbot in grado di rispondere alle domande dell'utente, nonché di instaurare una vera e propria conversazione. ChatGPT è alimentato da un motore di intelligenza artificiale, nello specifico utilizza tecniche di supervised e reinforcement learning.

Uno dei filoni principali dell'IA, ed anche uno dei più affascinanti, riguarda la previsione del futuro tramite l'apprendimento della macchina di ciò che è stato nel passato. Un'applicazione che sicuramente la maggior parte della popolazione utilizza è, ad esempio, la funzionalità che predice le prossime parole (il completamento della frase) mentre stiamo scrivendo un testo sullo smartphone. Questi modelli di IA sono solitamente basati su Machine Learning, ovvero alle macchine vengono dati in pasto migliaia (a volte centinaia di migliaia) di dati per far sì che esse apprendano il comportamento di un determinato sistema. Molto spesso questi modelli vengono definiti supervisionati perché

alle macchine viene fornito sia l'input che l'output atteso, in modo che esse sviluppino una logica di elaborazione che rappresenti il rapporto causa-effetto.

Tali modelli, negli ultimi anni, sono applicati allo studio degli eventi meteo e in particolare a quelli estremi. Chiaramente, il cambiamento climatico sta esacerbando la frequenza e i danni provocati da questi eventi, quindi ciò rappresenta un training significativo per il mondo della ricerca.

Ad esempio, l'Università del Minnesota ha elaborato un modello di machine learning in grado di prevedere i flussi e le temperature delle reti fluviali. Tale modello può venire sfruttato per prevedere alluvioni fluviali ma anche per studiare il cambiamento dell'habitat e prevedere la produzione di centrali idroelettriche.

Mentre il servizio ClimateAI, già online e in commercio, promette agli utenti delle previsioni meteo affidabili sia nel breve che nel lungo periodo grazie all'utilizzo di modelli di reti generative avversarie. Tali previsioni si limitano non solo al meteo, ma anche a come gli effetti del cambiamento climatico impatteranno su infrastrutture, servizi e operazioni.

Uno dei limiti di questo approccio è la scarsità di dati, che sono necessari in grandi quantità per addestrare e poi validare i modelli sviluppati. Tuttavia, anche su questo punto la comunità scientifica sta lavorando per rendere i modelli sempre più efficienti, dunque in grado di produrre risultati affidabili con un allenamento su un dataset ridotto.

Nel progetto AI-RON MAN, dunque, tali tecniche di machine learning sono impiegate per "insegnare" alle macchine

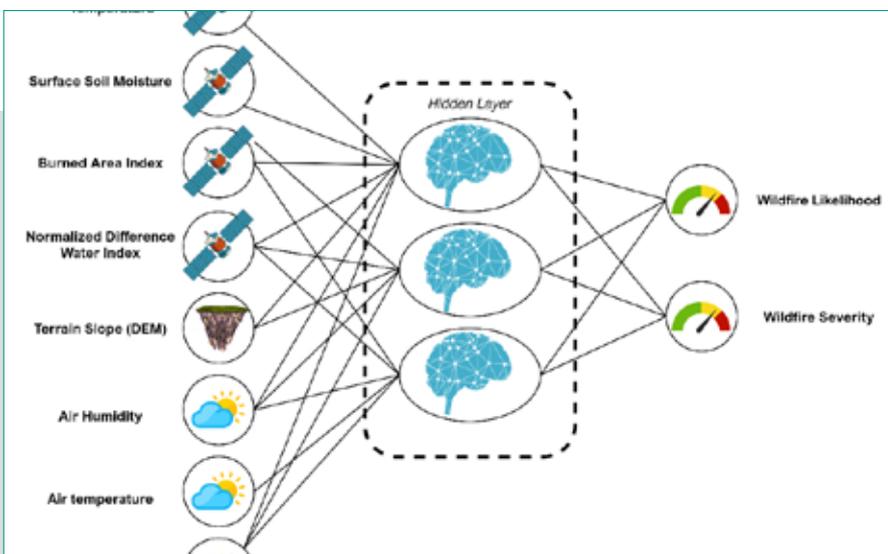


Fig. 3 - L'interfaccia dell'applicazione AI-RON MAN.

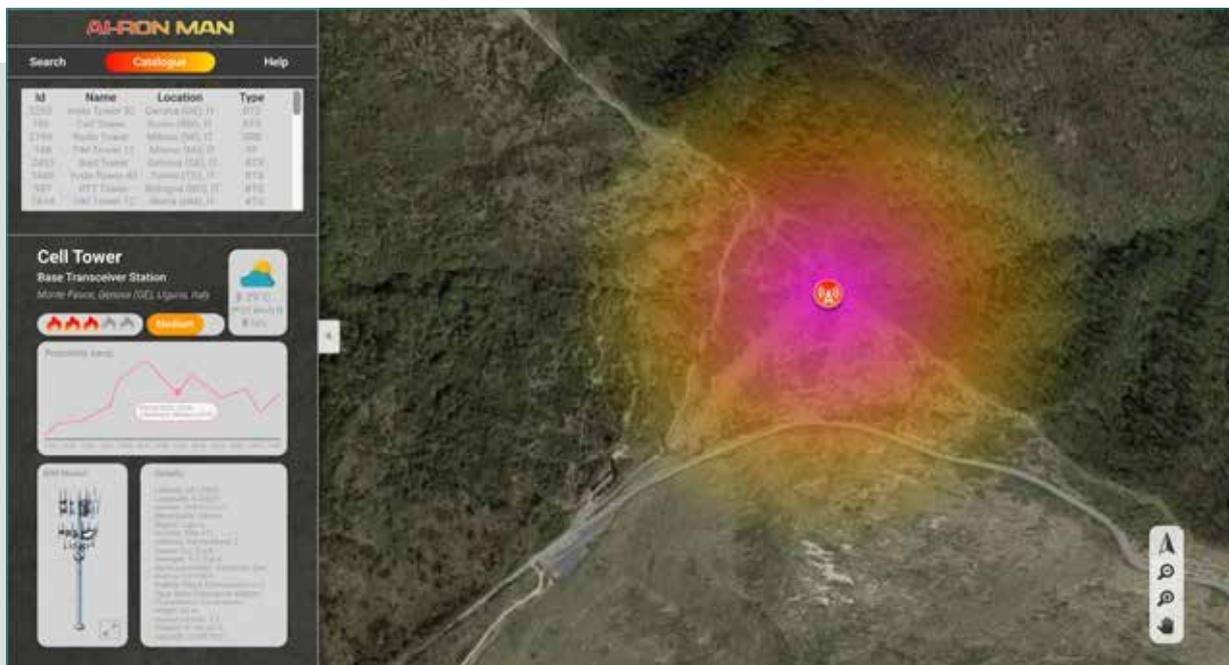


Fig. 4 - Una delle stazioni radio base considerate nel progetto AI-RON MAN.

quali sono state in passato le condizioni favorevoli che hanno facilitato l'innescò di un incendio, e quali no. Nello specifico, il modello sviluppato è basato sulla rete U-Net, che è nata proprio per risolvere problemi di nowcasting in ambito meteorologico ed è adatta a questo scopo in quanto in grado di imparare pattern complessi con diverse grandezze in gioco. Essendo U-Net un modello supervisionato, l'addestramento in AI-RON MAN viene eseguito alimentando le macchine sia con i dati in input (condizioni climatiche, della vegetazione e del suolo) che in output (informazioni sugli incendi passati, come l'estensione). Collegando queste informazioni nello stesso arco temporale, il modello risale dunque alle condizioni in input che hanno originato un incendio. Pertanto, esso può imparare a dare un'indicazione sul rischio che si verifichi un incendio boschivo, considerando entrambi le componenti in cui è classicamente definito il rischio: probabilità di accadimento (quanto è probabile che si verificherà il fenomeno) e

impatto (quanto sarà severo il fenomeno, ad esempio quanto sarà esteso l'incendio).

#### Obiettivi e risultati attesi

Il progetto AI-RON MAN mira, dunque, a fornire uno strumento digitale per prevedere dinamicamente il rischio di incendi boschivi nelle aree in cui si trovano le infrastrutture TLC, aiutando i gestori di tali infrastrutture ad intervenire preventivamente per evitare l'interruzione dei servizi di comunicazione mobile oltre ai danni alle infrastrutture stesse. Il cuore di AI-RON MAN si basa su tecniche di Intelligenza Artificiale che consentono di sfruttare i set di dati storici esistenti relativi agli incendi boschivi per prevedere la probabilità di accadimento di un incendio e la relativa gravità in una determinata zona sotto osservazione. Inoltre, un modello dettagliato delle infrastrutture di TLC basato su standard (modelli BIM e ontologie esistenti) sarà utilizzato per valutare la rilevanza, la criticità e il valore degli asset minacciati. Le previsioni saranno prodotte conside-

rando un orizzonte temporale sufficiente affinché i primi soccorritori intraprendano le azioni preventive necessarie (tra le 24 e le 48 ore) e saranno aggiornate con una frequenza elevata per riflettere cambiamenti significativi nella situazione in corso. Una parte significativa del set di dati tramite il quale viene allenato il modello AI è ottenuto dai servizi Copernicus, poiché le tecnologie di osservazione della Terra (EO) possono fornire preziose informazioni che caratterizzano la vegetazione e le condizioni del suolo, così come gli eventi di incendio passati. Anche le previsioni meteorologiche saranno poi sfruttate per includere parametri meteorologici rilevanti nella predizione degli incendi, che potranno essere aggiornati molteplici volte durante il giorno. Gli output principali del progetto saranno dunque due prodotti software:

- Un motore di intelligenza artificiale pensato per essere alimentato con dati aggiornati (anche in tempo reale) e prevedere il rischio di incendi boschivi a breve termine;

• Una web application dedicata ai gestori delle infrastrutture di telecomunicazione che permetterà un monitoraggio del rischio incendi continuo e preciso. L'utente potrà caricare i modelli BIM ed altri dati delle torri da monitorare e potrà in ogni momento vedere la situazione attuale su un layer cartografico. Nel caso di torri con rischio elevato, verranno generati degli alert per avvisare l'utente di potenziali situazioni di pericolo su cui intervenire. Entrambi i prodotti saranno testati e validati nella fase finale del progetto AI-ROn MAN. Sono state scelte infatti come casi d'uso tre stazioni radio base collocate nella regione Lazio, che si occupano sia di telefonia mobile che di comunicazioni radio. I modelli BIM di queste torri saranno caricati sulla app di AI-ROn MAN e verrà effettuata una duplice validazione: su dati storici, analizzando quindi il rischio incendi a ritroso nel tempo, e tramite una campagna di monitoraggio in tempo reale della durata di un mese. Gli output previsti prodotti dal

progetto, seppur già ambiziosi e di portata significativamente innovativa, potranno poi essere ulteriormente ampliati e potenziati dopo il termine del progetto. Ad esempio, il motore di previsione del rischio potrà essere applicato non solo su un punto (dove vi è la torre di telecomunicazione), ma su aree vaste (anche regioni) per supportare le amministrazioni locali e i vigili del fuoco nel controllo del territorio. Mentre la web application potrà essere facilmente ampliata per considerare altri tipi di infrastrutture collocate in aree remote, come ad esempio quelle elettriche (cabine, tralicci, etc.). In conclusione, il progetto AI-ROn MAN rappresenterà un piccolo passo in avanti nella prevenzione e gestione dell'emergenza incendi e più in generale degli eventi estremi causati dal cambiamento climatico. Tale risultato sarà reso possibile solo grazie alle nuove tecnologie emergenti, come l'intelligenza artificiale, che abiliteranno nuove funzionalità e possibilità per migliorare la vita della popolazione e addirittura salvarla.



Fig.5v- xxxxx

## BIBLIOGRAFIA

European Environment Agency, «EEA,» November 18th 2021. [Online]. Available: <https://www.eea.europa.eu/ims/forest-fires-in-europe#footnote-JQYK6UAN>.  
 Gomes Da Costa Hugo; De Rigo Daniele; Libertà Giorgio; Durrant Tracy; San-Miguel-Ayanz Jesus, «European wildfire danger and vulnerability in a changing climate: towards integrating risk dimensions» 2020. Available: [https://www.adaptecca.es/sites/default/files/documentos/pesetaiv\\_task\\_9\\_forest\\_fires\\_final\\_report.pdf](https://www.adaptecca.es/sites/default/files/documentos/pesetaiv_task_9_forest_fires_final_report.pdf).  
 «Forest Fires in Europe, Middle East and North Africa 2019,» 2020. Available: [https://effis-gwis-cms.s3-eu-west-1.amazonaws.com/effis/reports-and-publications/annual-fire-reports/2019\\_Fire\\_Report\\_HighRes\\_final\\_PTcorrection/Annual\\_Report\\_2019\\_final\\_topdf\\_2.pdf](https://effis-gwis-cms.s3-eu-west-1.amazonaws.com/effis/reports-and-publications/annual-fire-reports/2019_Fire_Report_HighRes_final_PTcorrection/Annual_Report_2019_final_topdf_2.pdf).  
 S. Anderson, C. Barford e P. Barford, «Five Alarms: Assessing the Vulnerability of US Cellular Communication Infrastructure to Wildfires,» IMC '20: Proceedings of the ACM Internet Measurement Conference, 2020.  
 S. M. Jesús García Fernández, «Broad-UNet: Multi-scale feature learning for nowcasting tasks,» Neural Networks, 2021.  
 Ernest & Young, «The economic contribution of the European tower sector,» 2020.  
 AI4Copernicus project website, <https://ai4copernicus-project.eu/>  
 Pictet, Il machine learning può predire il futuro del pianeta (2021), <https://am.pictet.it/blog/articoli/tecnologia-e-innovazione/il-machine-learning-puo-predire-il-futuro-del-pianeta>  
 ClimateAI website, <https://climate.ai/>  
 ANSA, Con l'IA, prevedere gli eventi climatici estremi è più facile (2022), [https://www.ansa.it/osservatorio\\_intelligenza\\_artificiale/notizie/societa/2022/03/25/con-lia-prevedere-gli-eventi-climatici-estremi-e-piu-facile-fed93b22-7f10-487f-ad6-a397adb5a7c.html](https://www.ansa.it/osservatorio_intelligenza_artificiale/notizie/societa/2022/03/25/con-lia-prevedere-gli-eventi-climatici-estremi-e-piu-facile-fed93b22-7f10-487f-ad6-a397adb5a7c.html)  
 Sandonnini P., ChatGPT, impariamo tutto sulla grande novità di OpenAI (2023), <https://www.ai4business.it/intelligenza-artificiale/chatgpt-openai/>  
 Climate Data Storage website, [cds.climate.copernicus.eu](https://cds.climate.copernicus.eu)

## PAROLE CHIAVE

ARTIFICIAL INTELLIGENCE; EARTH OBSERVATION; WILDFIRE; RISK; CRITICAL INFRASTRUCTURE

## ABSTRACT

Climate change has significantly increased forest fire risk across EU, threatening our critical infrastructures providing essential for services, e.g. mobile telecommunication. AI-ROn MAN project aims to deliver a tool to dynamically predict wildfire risk in areas where such infrastructures are located, supporting first responders to preventively intervene and avoiding service disruption. The tool will be based on AI techniques that enable the exploitation of existing historical datasets (including satellite images from Copernicus) to forecast future wildfire likelihood and expected severity.

## AUTORE

DAVIDE OTTONELLO  
 D.OTTONELLO@STAMTECH.COM  
 STAM S.R.L.  
 TIZIANO COSSO  
 TIZIANO.COSSO@GTER.IT  
 SIMONE PARMEGGIANI  
 SIMONE.PARMEGGIANI@GTER.IT  
 GTER S.R.L.  
 ALESSANDRA SPERANZA  
 ALESSANDRA.SPERANZA@LASIA.IT  
 LA SIA S.P.A.



### CON I RILIEVI AEREI IPERSPETTRALI MONITORIAMO L'AMBIENTE URBANO E PROPRIETÀ NON VISIBILI ALL'OCCHIO UMANO

Programmare missioni di volo su terreni inclinati è un procedimento molto complesso ma, al tempo stesso, di fondamentale importanza. Per effettuare missioni di volo che seguano il terreno con GSD costante, in caso di terreni con inclinazioni variabili, si ha la necessità di utilizzare un programma che tenga conto di questo parametro.

Ma che cos'è il GSD?

Il GSD o *Ground Sample Distance* rappresenta la distanza tra il centro di due pixel consecutivi, espressa in unità di misura territoriale; in altre parole, è la quantità di "terreno" contenuta in un campione di immagine, ossia nella più piccola entità che compone l'immagine stessa: il pixel.

Nel calcolo del GSD, il pixel (inteso come unità di misura dell'immagine) è espresso in centimetri ed è inversamente proporzionale alla qualità dell'immagine: più grande è il pixel, minore è il livello di dettaglio dell'immagine; al contrario, più piccolo è il pixel, più dettagliata è l'informazione contenuta nel pixel stesso dell'immagine.

Nell'ottica del rilevamento fotogrammetrico, un GSD corretto e costante è il parametro più importante da impostare quando si pianifica un'acquisizione fotogrammetrica.

UGCs, il software professionale di progettazione delle missioni di volo, è uno dei pochi in grado di progettare missioni di volo su superfici con pendenza variabile consentendo al drone di mantenere automaticamente un'altitudine costante dal livello del suolo. Oltre ad impostare il GSD, UGCs permette di definire tantissimi altri settaggi che risultano estremamente importanti quando si vola con un drone come, solo a titolo esemplificativo, la sovrapposizione frontale e laterale delle immagini, la velocità di volo ecc...

Per quanto riguarda i droni del colosso cinese DJI, questo software semplifica in maniera totale la progettazione di missioni "Terrain Follow" grazie ad una semplice esportazione KML che DJI Pilot 2 è capace di importare, garantendo la massima sicurezza di volo e tutti i parametri accessori in precedenza impostati. Dopo l'importazione in DJI Pilot 2, è possibile visualizzare la missione di volo con i diversi waypoint creati e le quote ad essi associati a cui il drone deve fare riferimento per volare. Inoltre, tramite l'app della DJI, direttamente dal radiocomando, è possibile modificare tutte le opzioni che si trovano sulla route o sui singoli waypoint, come, ad esempio, la calibrazione dell'IMU, parametro fondamentale se si lavora con un DJI Matrice 300 RTK e un lidar DJI Zenmuse L1.

Il team di Strumenti Topografici ha realizzato una videoguia in cui vengono spiegati, nel dettaglio, tutti i settaggi per importare missioni di volo su terreni inclinati progettate con UGCs in DJI Pilot 2, utile per coloro che utilizzano i droni DJI della serie Enterprise (M300 RTK e Mavic 3 con modulo RTK a bordo).

Attenzione però perché la cosa importante quando si è sul campo è decollare con il drone molto vicino al punto di inizio della missione in quanto la differenza di quota dei waypoint rispetto al terreno è calcolata a partire dal punto di partenza e quindi dal cosiddetto "Start" della missione.

Guarda il video sul canale YouTube a questo link:

<https://www.youtube.com/watch?v=bVRNs3QGMgs>

**Gter**  
Innovazione  
in Geomatica,  
Gnss e Gis

[www.gter.it](http://www.gter.it) [info@gter.it](mailto:info@gter.it)

