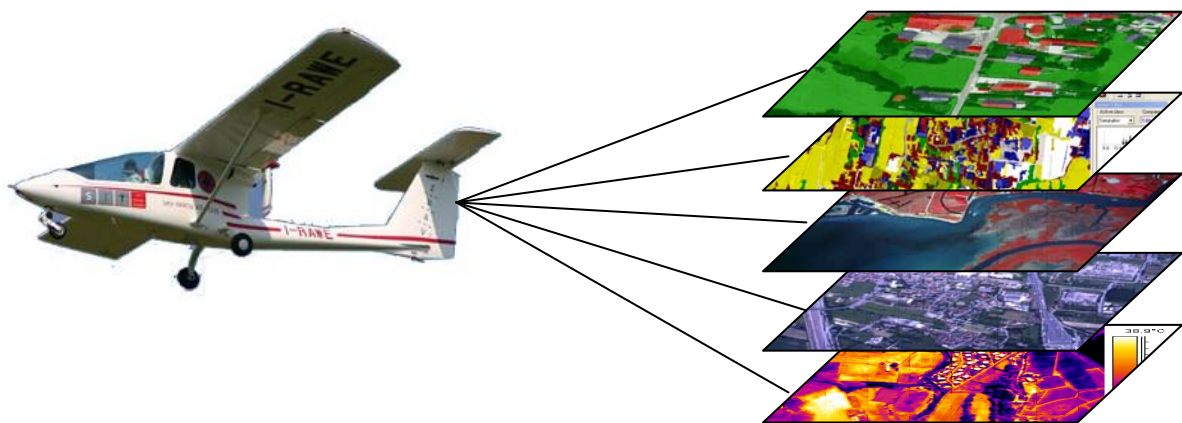


Ministero delle Infrastrutture - Magistrato alle Acque di Venezia  
Regione del Veneto – Segreteria Regionale Lavori Pubblici  
Università IUAV di Venezia - Dipartimento e Facoltà di Pianificazione del Territorio e CdL SIT  
ARPAV – Agenzia Regionale per la Protezione dell’Ambiente del Veneto  
CNR Ibimet  
CNR - ISMAR  
E.I.L. Systems-Avioportolano Italia  
Planetek Italia srl  
Te.Ma. Snc  
Terrasystem

con la collaborazione di ARI Associazione Radioamatori Italiani  
e di I.I.I. Iniziative Industriali Italiane

## PROGETTO MONITOR SKY ARROW

SERVIZIO DI MONITORAGGIO CONTINUO DEL TERRITORIO E DELL’AMBIENTE A  
BASSA QUOTA CON VELIVOLO LEGGERO CERTIFICATO PER IL LAVORO AEREO



## Resoconto della prima fase di Test

### Gruppo di lavoro:

*Venezia, 25 aprile 2007*

Claudio Belli - Terrasystem  
Vittorino Boaga – ARI Associazione Radioamatori Italiani- Venezia  
Silvia Castelli – IUAV gruppo ricercasit  
Silvia Dalla Costa – IUAV gruppo ricercasit  
Luigi Di Prinzio – IUAV coordinamento progetto  
Beniamino Gioli - CNR Ibimet  
Massimo Maso – Autorità di Bacino Alto Adriatico e contrattista IUAV  
Guido Medici – Avioportolano Italia  
Emanuele Menna - Applicazioni speciali aeronautiche  
Stefano Picchio – IUAV gruppo ricercasit

**Partner cofinanziatori del progetto**

**Magistrato alle Acque di Venezia** <http://www.magisacque.it>

Rialto, 19 S. Polo  
30125 Venezia

**Regione del Veneto- Segreteria Regionale ai Lavori Pubblici – Servizio Protezione Civile**

<http://www.regione.veneto.it>

Palazzo Linetti, Cannaregio Calle Priuli,99  
30121 Venezia

**CNR - Istituto di Scienze Marine** <http://www.ve.ismar.cnr.it/>

Riva Sette Martiri 1364/A  
30122 Venezia

**Planetek Italia s.r.l.** [www.planetek.it](http://www.planetek.it)

Via Massaua 12,  
70123 Bari

**Tema S.n.c** [www.tema-faenza.com](http://www.tema-faenza.com)

48018 Faenza (RA)

**Università IUAV di Venezia** [www.iuav.it](http://www.iuav.it)

Dipartimento e Facoltà di Pianificazione del Territorio, Corso di laurea in Sistemi Informativi Territoriali



<b>1</b>	<b>IL SENSO DEL PROGETTO E LA PRIMA FASE DI TEST .....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>LA DOMANDA DI MONITORAGGIO SISTEMATICO DEL TERRITORIO E DELL'AMBIENTE .....</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>SKY ARROW.....</b>	<b>8</b>
3.1	IL VELIVOLO E LE CARATTERISTICHE TECNICHE.....	8
3.2	LE DIVERSE CONFIGURAZIONI .....	12
	Sistema RAWAS/ERA (settore A).....	13
	Sistema RAWAS/ERA (settore B).....	17
	Sistema RAWAS/ERA: (settore C - sistema "sniffer") .....	19
<b>4</b>	<b>LA SENSORISTICA A BORDO .....</b>	<b>22</b>
4.1	I SENSORI OGGI IMBARCATI .....	22
	Multispettrale DUNCAN.....	22
	Termico FLIR .....	23
	Visibile.....	24
	Telecamera.....	24
	Sniffer .....	25
4.2	I SENSORI CHE POSSONO ESSERE IMBARCATI .....	26
	Iperspettrale.....	26
	Laser scanner .....	27
	Aggiornamenti sul visibile .....	35
	Fotocamere metriche .....	37
	Sistema inerziale e GPS.....	38
	Telecamera digitale.....	42
<b>5</b>	<b>I VOLI TEST DI MAGGIO E LUGLIO 2006.....</b>	<b>43</b>
5.1	LE ESIGENZE ESPRESSE DAI PARTNER DEL PROGETTO .....	43
5.2	LA PIANIFICAZIONE DEI VOLI .....	44
5.3	I TRACCIATI DEI VOLI .....	49
5.4	I FILMATI .....	51
5.5	I FILMATI IN TEMPO REALE SUL WEB .....	53
5.6	LE IMMAGINI ACQUISITE NEL MULTISPETTRALE, NEL TERMICO E NEL VISIBILE.....	55
<b>6</b>	<b>ELABORAZIONI DEI DATI .....</b>	<b>57</b>
6.1	STRUMENTI UTILIZZATI.....	58
6.2	LA MOSAICATURA .....	59
6.3	LA GEOCODIFICA .....	66
6.4	LA CLASSIFICAZIONE.....	68
6.5	CARTA DELL'USO DEL SUOLO .....	70
6.6	ANALISI DELL'URBANIZZATO IN CLASSI .....	71
6.7	ANALISI DEL NON URBANIZZATO IN CLASSI .....	75
6.8	INDICE DI IMPERMEABILIZZAZIONE .....	77
6.9	STRESS VEGETAZIONE .....	78
6.10	L'ANALISI MULTI-TEMPORALE .....	79
6.11	AGGIORNAMENTO DELLA CTRN.....	83

<b>6.12 ANALISI TERMICHE E MAPPATURA DEL TERRITORIO INCROCIATA CON IL MULTISPETTRALE.....</b>	<b>84</b>
<b>6.13 ELABORAZIONI EFFETTUATE CON IL SISTEMA SPME/SNIFFING (CNR-IBIMET) .....</b>	<b>89</b>
Il sistema MFP (Mobile Flux Platform) per misure atmosferiche.....	89
Il sistema ERA/SPME per la ricerca di sostanze volatili aerodisperse .....	90
Attività dimostrativa di monitoraggio a Venezia.....	91
Il piano di volo .....	92
Risultati – Parte 1: Misure meteorologiche.....	94
Analisi profili verticali di grandezze scalari nel PBL.....	96
Risultati - parte 2: analisi di composti con tecnica SPME.....	100
<b>6.14 ELABORAZIONI EFFETTUATE CON IL SISTEMA SPME/SNIFFING (ARPA Veneto) .....</b>	<b>101</b>
Risultati – Parte 3: Traccia del particolato 10nm – 1µm.....	101
Risultati dei voli.....	102
<b>7 MODELLO DI SERVIZIO DI MONITORAGGIO DEL TERRITORIO E DELL’AMBIENTE SU PIATTAFORMA AEREA LEGGERA.....</b>	<b>110</b>
7.1 CATALOGO DEI PRODOTTI .....	110
7.2 INTEGRAZIONE CON ALTRE BASI INFORMATIVE.....	122
7.3 DISTRIBUZIONE DEI DATI E DEI PRODOTTI .....	123
7.4 COLLOCAZIONE DEL SERVIZIO RISPETTO AL MERCATO (punti di forza e di debolezza) .....	125
7.5 COSTI E ALTERNATIVE DI EROGAZIONE DEL SERVIZIO .....	127
7.6 SCHEMA DI FUNZIONAMENTO ORGANIZZATIVO E OPERATIVO DEL SERVIZIO	130
<b>8 LA PROSPETTIVA DELLA COSTITUZIONE DI UNO SPIN-OFF TRA IMPRESE, ISTITUZIONI E UNIVERSITA’ .....</b>	<b>131</b>
8.1 SPIN-OFF COMPANIES .....	131
8.2 IPOTESI DI SPIN-OFF “MONITOR TERRITORIO & AMBIENTE” .....	133
<b>9 ALLEGATI .....</b>	<b>135</b>
9.1 Regolamento per la creazione di spin-off UNIFE .....	135
9.2 Guida per gli spin-off UNIFE.....	137
9.3 Regolamento spin-off UNIPI .....	138
9.4 Schema di convenzione spin-off UNIPI .....	143
9.5 Modello di businnes plan-indice schematico.....	146
<b>10 INDICE DEI MATERIALI CONTENUTI NEL DVD ALLEGATO.....</b>	<b>148</b>

*(Claudio Belli consulenza applicazioni land, Vittorino Boaga problematiche delle trasmissioni, Silvia Castelli e Silvia Dalla Costa supporto organizzativo al progetto, Luigi Di Prinzio regia del progetto, Beniamino Gioli analisi dell’atmosfera, Guido Medici missioni di volo e coordinamento tecnico-operativo, Emanuele Menna analisi del mercato operazioni aeronautiche e rapporti con Enti ATS, Stefano Picchio elaborazione dei dati, Massimo Maso integrazione di sensori aerotrasportati)*

## 1 IL SENSO DEL PROGETTO E LA PRIMA FASE DI TEST

La domanda di conoscenza dettagliata e sistematica del territorio e delle problematiche ambientali espressa dalla platea degli Enti Locali, dei Consorzi di Comuni, delle Province, della Regione, delle Comunità montane, degli Aato, ecc. è in continua crescita, sia per la spinta che in tal senso produce il nuovo quadro normativo a livello regionale e non solo, (cfr. la Legge Regionale urbanistica 11/2004 che impone la realizzazione di quadri conoscitivi complessi per i 581 Comuni), sia per la domanda diffusa di conoscenza dei problemi territoriali e ambientali espressa dalla società civile, anche nella prospettiva dei modelli di Governance del territorio. L'idea che si intende verificare è quella della possibile attivazione partenariata di un "Servizio di monitoraggio del territorio e dell'ambiente a bassa quota".

Schematizzando al massimo, il servizio potrebbe consistere nell'utilizzo di un velivolo leggero a basso costo e di facile impiego specificamente concepito per tale tipologia di attività, in grado di sorvolare a bassa e bassissima quota aree critiche e sensibili, con un set opportuno di sensori in grado di leggere e restituire caratteristiche significative degli oggetti (edifici, infrastrutture di viabilità, vegetazione, rete idrografica, agglomerati produttivi,...) e dei fenomeni osservati.

I tematismi da monitorare con missioni di volo a cicli frequenti e sistematici sono diversi e numerosi: ricognizione di discariche, localizzazione di siti inquinati, rilevamento di situazioni edilizie residenziali e produttive, aggiornamento speditivo di cartografia tecnica numerica, osservazione di aree a forte valenza ambientale, monitoraggio di aree a rischio idrogeologico, di frane, di viabilità, ecc. e l'elenco potrebbe essere ancora molto lungo.

Ad oggi nella Regione non esiste un soggetto che si proponga di sviluppare un servizio in tal senso. Di fatto questo mercato oggi non è presidiato, per cui una iniziativa partenariata tra più portatori di interesse (pubblici-privati), sulla base di un progetto di fattibilità verificato correttamente, potrebbe collocarsi in un settore che esprime una forte domanda di dati e informazioni a fronte di una offerta pressoché inesistente. Un aeromobile leggero (VLA) concepito e certificato per tali tipi di missione di lavoro aereo grazie ai ridotti costi operativi, potrebbe sorvolare frequentemente aree critiche selezionate e indicate opportunamente da parte di soggetti diversi, montando a bordo combinazioni di sensori in grado di rilevare e misurare in dettaglio caratteristiche e fenomeni di interesse nell'area sorvolata.

I dati così acquisiti, sulla base di protocolli di trattamento scientifico degli stessi, potrebbero essere distribuiti direttamente ai soggetti partenariati attraverso un server su Internet, in formati opportuni e predisposti per un loro immediato utilizzo.

Tale attività di monitoraggio sistematico e ricorrente può appoggiarsi su una infrastruttura conoscitiva di base costituita da una ortofoto digitale a colori e a grande scala (1:10.000/1:5.000) ad alta definizione, e da alcuni layers tematici quali l'edificato, la rete viabilistica con la numerazione civica e la rete idrografica. Su tale infrastruttura conoscitiva di base possono essere quindi "appoggiate" le informazioni tematiche acquisite e rinnovate con frequenza, con modalità simili a quelle prima descritte.

La prima fase di test si è sviluppata attraverso una serie di passaggi successivi, di cui il primo è stato la realizzazione di incontri e colloqui per valutare l'interesse di una serie di soggetti alla partecipazione ad una fase di test delle prestazioni ottenibili dalla piattaforma e dai sensori. Il secondo ha coinciso con la costituzione di un partenariato che ha contribuito alla copertura dei costi del progetto con la partecipazione economica dell'Università IUAV di Venezia Dipartimento e Facoltà di Pianificazione del Territorio; della Regione del Veneto – Servizio Protezione Civile; del Ministero delle Infrastrutture - Magistrato alle Acque di Venezia; del CNR – ISMAR; di Planetek Italia srl; di Te.Ma. Snc.

Successivamente, nell'ambito di uno specifico seminario, svoltosi a marzo 2006, i diversi partner hanno indicato obiettivi e aree su cui sky arrow ha poi realizzato le diverse missioni richieste. E seguita quindi la fase di definizione dei piani di volo e la realizzazione degli stessi nel mese di maggio, nell'area dell'Altopiano di Asiago, per la ricognizione dell'Adunata degli Alpini, per la Protezione Civile. Nel mese di luglio sono realizzati una serie di voli su numerose aree test con i diversi sensori disponibili, ed infine nella prima quindicina di marzo 2007 si è realizzata l'ultima fase di test che è consistita nell'attività di sniffing, in collaborazione con CNR Ibimet e ARPAV- Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente del Veneto.

Nel periodo febbraio- aprile sono state poi sviluppate una serie di elaborazioni sui dati acquisite nel corso delle diverse missioni.

La prima fase del test si chiude quindi con questo rapporto e con la presentazione e discussione con i diversi partner. Di sicuro i voli test hanno consentito l'acquisizione di una consistente mole di dati la cui elaborazione fornisce una serie di materiali di rilevante interesse. Tra le molte considerazioni che si possono fare sicuramente l'aspetto economico emerge come elemento di riflessione. Infatti i dati acquisiti hanno un costo unitario, per così dire, molto contenuto, che possono consentire quindi lo sviluppo di una politica di promozione della piattaforma verso una platea molto ampia di utenti (Enti locali anche di piccole dimensioni, studi professionali, ecc.). Ulteriore considerazione riguarda l'efficace combinazione tra le caratteristiche del velivolo, l'ampia gamma di sensori e la serie di strumenti di elaborazione dei diversi dati che rende disponibile un potente strumento per la ricognizione del territorio e dell'ambiente, una attività di monitoraggio sistematico di una serie numerosa ed eterogenea di aree critiche e di restituzione di strati informativi direttamente utilizzabili nell'ambito di Sistemi Informativi Territoriali.

Si sta avviando una seconda fase di sperimentazione con l'intento di produrre un progetto di fattibilità, con lo scopo di mettere a fuoco i costi operativi della piattaforma, dei sensori, delle elaborazioni e della soluzione logistica. La prospettiva sembra poter essere quella di una costituzione di un servizio concreto di monitoraggio a bassa quota, di interesse di una pluralità di soggetti pubblici e privati, tale da mettere a disposizione la piattaforma e i suoi prodotti con modalità condivise, in modo da utilizzare intensamente la risorsa contenendo i costi operativi e garantendo peraltro un ottimo rapporto tra costo e caratteristiche del prodotto.

## 2 LA DOMANDA DI MONITORAGGIO SISTEMATICO DEL TERRITORIO E DELL'AMBIENTE

Prima di procedere alla programmazione e pianificazione dei Test è stata sviluppata una consistente fase di colloqui per valutare l'interesse di una serie di attori pubblici e privati verso un servizio di ricognizione e monitoraggio sistematico del territorio con un velivolo leggero a basso costo.

Sono stati quindi contattati e poi sentiti direttamente Pubbliche Istituzioni ( Regione, Enti Strumentali, Enti Locali, Agenzie di Spesa ecc.) e Operatori Privati (Aziende fornitrici di servizi, Studi professionali, Utilizzatori finali)

- con l'intento di presentare le performances specifiche della piattaforma aerea leggera e multisensoriale tipo Sky Arrow,
- fornire elementi di riflessione per l'emersione di una domanda di questo servizio che si ha ragione di ritenere diffusa e consistente, ma 'implicita' nel maggior numero di casi,
- stimolare nuova domanda in relazione alle soluzioni innovative attivabili,
- verificare interessi specifici e la disponibilità verso un ruolo di partner del progetto.

I diversi soggetti contattati si possono collocare in varie aree tematiche : Ambiente, Rischio idrogeologico, Pianificazione territoriale, Cambiamenti dell'uso del suolo, Protezione Civile Mobilità e traffico, Produzioni agricole, ecc

### Regione del Veneto:

- Struttura: U.C.Tutela Atmosfera
- Struttura: Direzione Pianificazione Territoriale e Parchi
- Direzione Difesa del Suolo Unità di Progetto Distretti Bacini Idrografici
- Consorzi di Bonifica
- U.P. Sistema informativo territoriale e cartografia (Servizio Osservatorio Pianificazione)
- Servizio Protezione civile
- Veneto Strade
- Sistema informativo settore primario -Osservatorio Fitosanitario
- Veneto Agricoltura -Direzione Sezione Ricerca e Sperimentazione)
- Servizi Fitosanitari -Servizio difesa idrogeologica e attività silvo-pastorali

### ARPAV Azienda Regionale Protezione Ambiente Veneto

- Direzione e Settore Aria

### Magistrato alle Acque

- Consorzio Venezia Nuova

### Sistemi Territoriali Spa

- Area tecnica

### AVEPA Agenzia Veneta Pagamenti in Agricoltura

- Controllo Interno - Area Tecnica

Un bilancio, peraltro provvisorio, in quanto contatti e colloqui si sono sviluppati e si stanno sviluppando nel corso delle diverse fasi del test e nella fase di elaborazione dei dati raccolti nel corso delle diverse missioni, indicano un forte interesse verso il progetto e in particolare verso la realizzazione di una attività di servizio strutturata in grado di offrire materiali conoscitivi di buona qualità a costi decisamente diversi da quanto oggi è disponibile sul mercato delle informazioni territoriali. Alla conclusione della fase di test e con il consenso dei diversi partner finanziatori della prima fase, si prevede una iniziativa pubblica per la presentazione dei risultati e l'avvio di una seconda fase di sperimentazione che dovrà preludere alla costituzione di un servizio permanente di ricognizione e monitoraggio.

### 3 SKY ARROW

#### 3.1 IL VELIVOLO E LE CARATTERISTICHE TECNICHE

Per le finalità di questo lavoro presentiamo sinteticamente le caratteristiche principali che riteniamo rendano lo Sky Arrow particolarmente adatto agli scopi indagati nella fase della sperimentazione e presentati in questo documento. Ai fini della migliore comprensione questa breve relazione è suddivisa in tre aspetti: il contesto entro il quale è stato ideato e prodotto lo Sky Arrow, una analisi delle sue caratteristiche costruttive generali valutate in relazione al suo impiego nelle missioni di monitoraggio territoriale e alcune brevi considerazioni sul comportamento in volo.



#### II "Progetto Rondine"

Lo Sky Arrow è stato ideato da Furio Lauri verso la fine degli anni '80 come elemento principale di un progetto generale denominato "Progetto Rondine": sistema complesso aeronautico ed elettronico interessante vari settori aerei. Con il Progetto Rondine la I.I.I. Iniziative Industriali Italiane, guidata da Furio Lauri, intendeva sviluppare un velivolo multiruolo a basso costo, adatto alla sorveglianza aerea del territorio, utilizzabile anche senza equipaggio a bordo collegato e gestito da una stazione a terra che avrebbe permesso il controllo di uno o più velivoli contemporaneamente. Il velivolo avrebbe dovuto essere inoltre un multiruolo ad ampio spettro di impieghi: ricognitore per scopi civili, addestratore di primo livello, lavoro aereo.

Il "Progetto Rondine" rappresentava l'evoluzione dell'esperienza che l'industria Italiana Meteor (fondata nel 1947 a Trieste da Lauri) aveva acquisito in campo aeronautico nel dopoguerra producendo velivoli di successo internazionale prima (FL52/53/54) e aerei bersaglio e senza equipaggio poi. Il "Progetto Rondine" si concretizza nello studio e nella realizzazione del velivolo Sky Arrow.

## **La configurazione e le scelte costruttive**

La scelta della configurazione non convenzionale dello Sky Arrow (biposto in tandem, elica spingente, ampio uso del composito) e della particolarità del sistema dei comandi è da questo punto di vista comprensibile. Occorreva, infatti, che il velivolo potesse ospitare equipaggiamenti di analisi (biposto in tandem, quindi, con possibilità di utilizzo dello spazio passeggero per gli equipaggiamenti), un'ampia visibilità per pilota ed eventuale operatore (ala alta ed elica spingente), leggerezza (materiali compositi e fibra di carbonio) e possibilità di impiegare servocomandi in casi di disastro ambientale tale da non permettere equipaggio a bordo (rinvii comandi tutti ad aste rigide). Tra gli scopi del progetto Rondine c'era anche quello di sperimentare in campo aeronautico l'uso di materiali leggeri e nuove tecniche costruttive. In particolare il sandwich in carbonio fino ad allora mai utilizzato in campo aeronautico da nessuna altra industria.

## **La certificazione in normativa JAR VLA e FAR23**

I primi velivoli uscirono dagli stabilimenti della I.I.I. nel 1993 per il mercato degli ULM (Ultra Light Motor) . Parallelamente vennero avviate le procedure per la certificazione e a maggio del 1996 venne ufficialmente certificato il primo Sky Arrow 650 TC secondo la norma JAR-VLA. Successivamente lo Sky Arrow è stato certificato negli USA secondo le più restrittive norme FAR 23. E' stato il primo velivolo in composito al mondo. E primo velivolo ideato e costruito per le missioni monitoraggio ambientale.

In aeronautica sono fattori di pregio il poco peso, l'elevato carico utile, la robustezza e la penetrazione aerodinamica, il contenuto spazio di decollo e atterraggio, l'economicità, la semplicità di impiego e il basso costo di gestione e manutenzione. Con lo Sky Arrow, per la prima volta, si raggiunge un buon compromesso tra tutti questi parametri: 350 kg di peso a vuoto, quasi altrettanti di carico utile, 7 g positivi e 4g negativi, 150 metri di spazio di decollo, 70 km/h di velocità di stallo, rapporto di planata 1:12, velocità massima quasi di 200 km/h, 20lt/h di consumo di benzina automobilistica al 75% della potenza (non benzina avio che spesso non si trova), rumorosità intorno ai 60 db/A.

## **Valutazione generale**

Lo Sky Arrow è un velivolo ala alta, biposto in tandem, elica spingente tripala equipaggiato con Rotax 912 100cv, realizzato dalla società "Iniziativa Industriali Italiane" spa" presso la sede di Monterotondo (RM). La I.I.I. progetta e costruisce differenti modelli dello Sky Arrow per il turismo, lo sport, l'ambiente ecc. Quella di nostro interesse è la versione 650 TC/TCNS. Le sigle che seguono il numero stanno a significare che si tratta della versione "certificata" dagli enti aeronautici per il suo impiego come aeromobile di aviazione generale e ai fini dell'abilitazione al lavoro aereo.

La costruzione è "modulare" nel senso che gli elementi principali costitutivi (ali, stabilizzatore, pannello elettrico, gruppo moto/elica) possono essere smontati e rimontati con facilità erapidamente minimizzando così i costi del fermo macchina e semplificando la manutenzione.

La fusoliera si ispeziona facilmente asportando il sedile posteriore sotto il quale si trova il sistema di alloggiamento dei sensori e l'apertura per l'osservazione. Tutti i sensori sono ospitati dietro al posto pilota.

L'ala ha un profilo piano convesso con bordo di attacco in composito, monolongherone e superfici in alluminio con un solo montante di controventatura. L'interno è ispezionabile attraverso un piccolo sportello per semiala. L'alettone è del tipo

convenzionale sul 50% circa della semiala. Il resto è dei flaps comandati da aste rigide. Buona la cura dei dettagli.

La possibilità di ripiegamento delle semiali è data da tre perni facilmente operabili. L'intero velivolo è trasportabile su un carrello omologato (800 kg complessivi).

Il carrello è triciclo con ruotino flottante libero e pivotante e treno posteriore in kevlar e carbonio.

## **La cabina**

La cabina è decisamente ottima sotto tutti i profili e, in particolare, risulta adatta all'uso del velivolo nelle missioni di ricognizione perchè consente al pilota eccellente visibilità con un campo orizzontale di circa 270° e un comfort decisamente superiore alla media dei velivoli della stessa categoria. I finestrini posteriori possono essere tolti permettendo così anche al passeggero la massima visibilità laterale in volo e la possibilità di riprese fotografiche e video.

Il tettuccio si apre lateralmente e l'accesso è semplice e rapido tramite un apposito sportello poggia piedi. Comodo e ampio il posto pilota, leggermente più stretto quello passeggero.

La plancia è un piccolo capolavoro con ottima leggibilità e formata da strumentazione di primordine collocata con razionalità. Gli interventi di manutenzione e controllo sulla strumentazione sono rapidi e agevolati dalla possibilità di estrarre interamente la plancia ruotando tre perni e sfilando un solo collegamento che alimenta tutto l'impianto.

La posizione dei pedali è registrabile. La cloche è del tipo push pull collocata a destra sulla parete laterale della cabina con rinvii ad aste rigide e ospita i pulsanti di controllo dei flaps e del trim (entrambi elettrici). La manetta è posizionata invece a sinistra più o meno alla stessa altezza. Ciò permette al pilota di mantenere una posizione comoda e appoggiare entrambi i gomiti ai lati della cabina. Due serbatoi carburante con rifornimento sull'estradosso.

## **In volo**

L'ammortizzazione in rullaggio è buona. Corsa di decollo in circa 10 secondi e 150 metri con stacco a 70n km/h (40 kts) e salita a 800 ft/min circa. La velocità di crociera è a circa 77/80 kts (140 km/h) con massima sopra i 100 kts (180 km/h). Pur con motore spingente e collocato in posizione altra tra le semiali le variazioni di potenza non hanno praticamente nessuna influenza sull'equilibrio del velivolo. La cloche, piccola e laterale, richiede un po' di abitudine all'esercizio del movimento di polso per le manovre di rollio.

Il comportamento allo stallo non presenta problemi particolari e si manifesta a 30/33 kts (55/60 km/h) full flaps con una leggera instabilità latero direzionale. Considerata critica la virata ad elevato angolo di rollio mai comunque superiore ai 60° con velocità di ingresso richiesta a 80 kts. La stabilità longitudinale è mediamente buona influenzata comunque dalla distribuzione dei pesi in cabina. Trim ben operabile e autorevole. Decisamente soddisfacente l'omogeneità dei comandi che permette un'ottima manovrabilità sull'intera gamma delle velocità. Buona l'efficacia di alettoni e direzionale, ottima quella relativa al timone di profondità.

## Caratteristiche dello SKY ARROW 650

### PRESTAZIONI (@ Peso massimo, condizioni ISA, livello del mare)

VELOCITA' DA NON SUPERARE (VNE)	132 kts (244 km/h)
VELOCITA' MASSIMA	105 kts (194 km/h)
VELOCITA' DI CROCIERA (@ 75% potenza)	101 kts (187 km/h)
VELOCITA' DI STALLO (flap 30°)	40 kts (74 km/h)
RATEO DI SALITA	840 fpm (4,3 m/s)
CORSA DI DECOLLO	550 ft (177 m)
DISTANZA DI DECOLLO su ostacolo di 15 m	1.400 ft (427 m)
CORSA DI ATTERRAGGIO	425 ft (130 m)
DISTANZA D'ATTERRAGGIO su ostacolo di 15 m	670 ft (205 m)
QUOTA DI TANGENZA	13.500 ft (4.100 m)
CONSUMO DI CARBURANTE (@ 75% potenza)	10,5 l/h
AUTONOMIA DRARIA (@ 75% potenza)	3h 20'
AUTONOMIA CHILOMETRICA (@ 75% potenza)	610 km (380 NM)

### GRUPPO MOTOPROPULSORE

MOTORE	ROTAX 912 S2 98 hp (73,5 kW) @ 5 800 rpm
ELICA	Hoffmann, bi-pala a passo fisso

### CARATTERISTICHE

LUNGHEZZA	7,6 m
ALTEZZA	2,6 m
APERTURA ALARE	9,7 m
SUPERFICIE ALARE	13,5 m <sup>2</sup>
POSTI	2 – in configurazione tandem
CARICO UTILE	250 kg
PESO MASSIMO AL DECOLLO	650 kg
CAPACITA' DI CARBURANTE	68 lt
<b>Benzina verde 95/98 o Benzina Avio 100</b>	
<b>CERTIFICATION</b>	<b>JAR/VLA – FAR23</b>



*La piattaforma nella versione con ali ripiegate e trasportabile su carrello*



### 3.2 LE DIVERSE CONFIGURAZIONI

Esistono due versioni del velivolo, la **RAWAS (Remotely assisted Working Aerial System)**, dedicata al monitoraggio e al controllo del territorio, e la versione **ERA (Environmental Research Aircraft)**, nata per il monitoraggio ambientale e utilizzata nell'ambito di importanti progetti di cooperazione internazionale, fra cui il "Global change" negli Stati Uniti ed il RECAP in Europa.

Grazie alla sua particolare configurazione, 'Sky Arrow Era' è stato riconosciuto a livello internazionale come il velivolo più idoneo a svolgere attività di monitoraggio ambientale.

La versione RAWAS si compone di strumentazione innovativa installata a bordo del velivolo, tra cui sensori elettro-ottici, e nelle bande dell'infrarosso, GPS e strumentazione per dati di posizione, sistema di trasmissione *Real time* verso la stazione di controllo e acquisizione a terra.

La strumentazione, localizzata presso stazioni fisse o mobili (furgoncino), è dedicata alla ricezione dei segnali trasmessi dall'aereo, al processamento dati e/o immagini, alla verifica posizione dell'aereo e parametri di volo, alla registrazione dati per il *post-processing* ed al controllo da remoto della strumentazione a bordo del velivolo.

Il sistema **RAWAS/ERA** è un sistema di monitoraggio aereo dell'ambiente e del territorio, a distanza ravvicinata (a media-bassa quota) e multifunzionale attraverso una molteplicità di sensori imbarcabili.

Soddisfa le esigenze di controllo del territorio e dell'ambiente per le Amministrazioni Locali dello Stato quali: Protezione Civile, Polizia, Guardia di Finanza, Carabinieri, Guardia Costiera ed organizzazioni di distribuzione dei servizi di pubblica utilità sul territorio (energia elettrica, acqua, gas, viabilità e ferrovie).

I velivoli Sky Arrow del sistema RAWAS, sono il risultato di un importante programma di ricerca supportato dal Governo Italiano. Hanno specifiche di progettazione, costruzione e caratteristiche di pilotaggio che li collocano al vertice nel panorama della sorveglianza aerea a medio-bassa quota e velocità.

Sono state identificate 3 aree di applicazione per specifici settori operativi:

**Settore A:** acquisizione di **eventi in "tempo reale"** con la trasmissione in contemporanea ad un centro remoto di coordinamento e controllo a terra per l'interattività delle operazioni, per missioni di sorveglianza e monitoraggio, per la sicurezza e la prevenzione. Efficace complemento ad installazioni fisse o mobili di terra.

**Settore B:** acquisizioni selettiva di **immagini azimutali** per la mappatura del territorio, censimento delle colture, rilevamento dello stato vegetativo e qualità dei prodotti cerealicoli, aree percorse dal fuoco, ecc... Efficiente complemento a rilevamenti satellitari.

**Settore C:** misura di concentrazioni di specie gassose a basso strato atmosferico e misurazione delle turbolenze al fine di calcolare i loro flussi di movimento per il controllo del ciclo del carbonio e di altri composti influenti sull'effetto serra.

Per ogni area di applicazione è specificato l'appropriato equipaggiamento di missione che può essere rapidamente configurato in linea di operazione di volo. Questo permette una spiccata flessibilità operativa permettendo allo stesso velivolo di attuare diverse tipologie di missione nel corso di una stessa operazione.

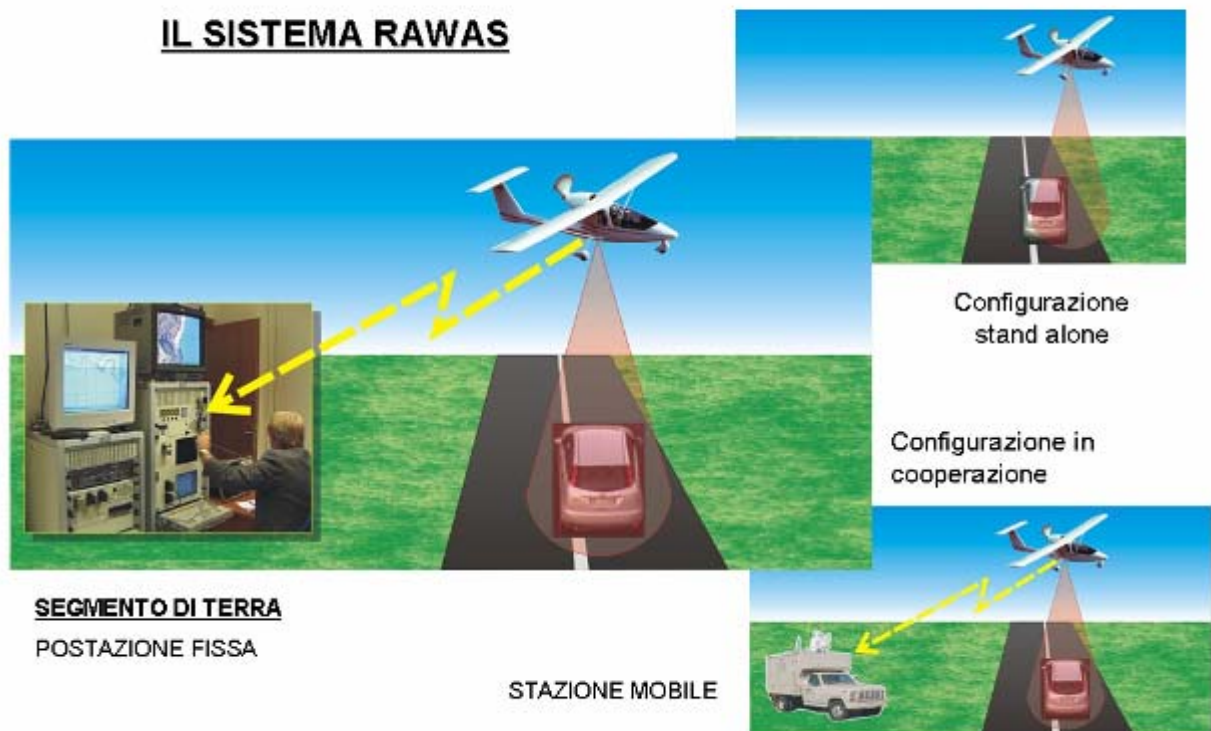
## Sistema RAWAS/ERA (settore A)

Il sistema RAWAS (settore A) è composto da una piattaforma aerea che consente:

- l'acquisizione di immagini video nel campo del visibile e dell'infrarosso mediante sensori elettro-ottici montati su una piattaforma giro-stabilizzata;
- l'acquisizione dei dati GPS relativi sia alla posizione che agli assetti del velivolo (coordinate geografiche, quota, velocità, rotta data ed ora);
- la trasmissione a terra in tempo reale delle immagini video e dei dati di posizione del velivolo;
- collegamento voce con le stazioni remote del sistema per espletare alla interattività della missione di volo con le azioni coordinate di terra sull'evento monitorato.

Il sistema inoltre è costituito da una postazione remota, fissa o mobile, che consente la ricezione dei segnali trasmessi dal velivolo, l'elaborazione e la visualizzazione dei dati e delle immagini rilevate, la rappresentazione simultanea su mappe digitali della posizione del velivolo e dei relativi dati di volo, la registrazione dei segnali ricevuti per analisi di laboratorio ed il controllo da terra delle apparecchiature di missione del velivolo, portando l'operatore di bordo a terra.

Un collegamento voce con l'equipaggio di bordo permette l'interattività nella conduzione dell'attività sia con operatore a bordo che a terra.



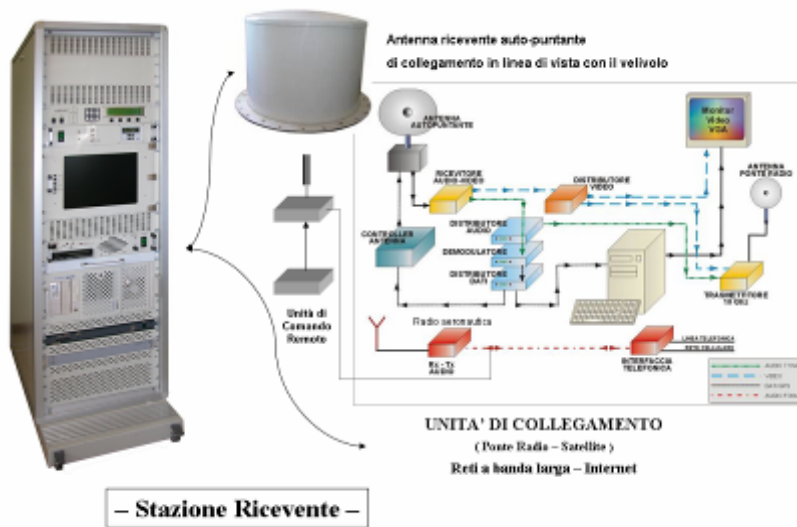
### Campi di applicazione:

- osservazione diurna di eventi d'interesse generale, sicurezza, giornalismo;
- rilevamento per valutazioni su eventi calamitosi naturali o incidentali;
- ricerca per soccorso e interventi di salvataggio;
- controllo della viabilità sulle maggiori arterie di traffico;
- controllo frontiere e coste.

## La stazione ricevente

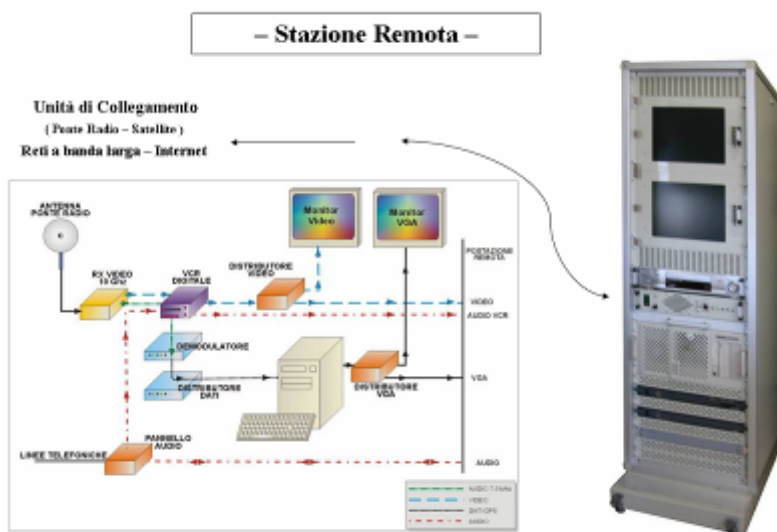
La stazione ricevente è installata in un sito avente ottima visibilità radio elettrica con l'aereo in operazione e consente:

- la ricezione dei segnali video e dati trasmessi dal velivolo;
- il collegamento audio tra il pilota e l'operatore a terra;
- la trasmissione dei segnali video e dati ricevuti dal velivolo alla stazione elaborazione dati per la loro analisi;
- nel caso di operazioni eseguite con l'operatore di terra è possibile trasmettere i comandi della missione ai sistemi di bordo anche per un'attività aerea comandata a distanza.



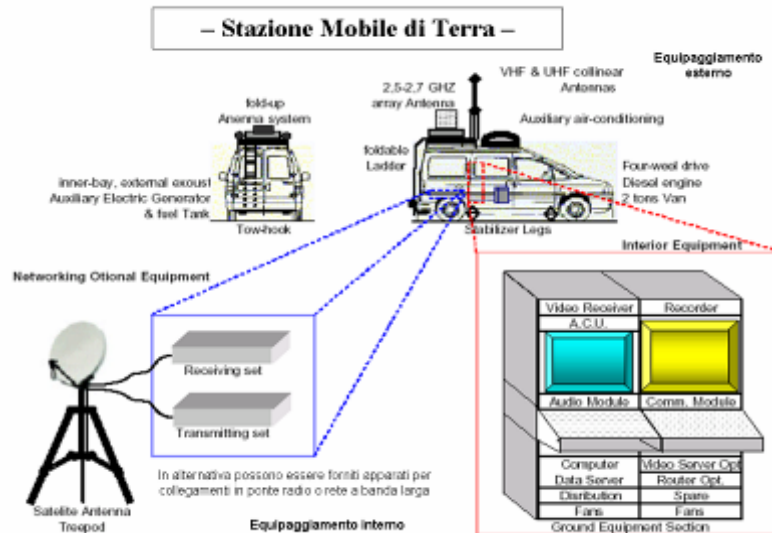
**Stazione elaborazione dati** posta normalmente nel centro di coordinamento e controllo consente:

- la ricezione dei segnali video e dati trasmessi dalla Stazione ricevente;
- visualizzazioni delle immagini riprese dal velivolo;
- visualizzazione, su mappe interattive, della posizione e dei dati relativi al velivolo;
- collegamento audio con il pilota, l'operatore a bordo e quello a terra;
- registrazione delle immagini e dati trasmessi dal velivolo per analisi di laboratorio.



## Stazione mobile di Terra

E' costituita dalle apparecchiature della stazione di terra (stazione ricevente + stazione elaborazione dati) in configurazione integrata, installate su un mezzo mobile commerciale con gli apparati di connessione a lunga distanza, satellitari in linea di massima, ma anche ponte radio o reti a banda larga se accessibili, in una configurazione campale come riportato in figura.



Il mezzo di riferimento è un fuoristrada, opportunamente finestrato, omologato per trasporti speciali con le seguenti caratteristiche:

- portata utile superiore a 9 quintali;
- un passo superiore a 3 metri;
- 4 ruote motrici;
- Altezza di cabina superiore a 1,8 metri;
- Motorizzato con un motore diesel d'ultima generazione, capace di sviluppare una potenza superiore a 100CV per flessibilità di traino dello Sky Arrow attrezzato su carrello.

Le modifiche del mezzo, necessari per predisporre lo stesso all'installazione delle stazioni di terra, sono principalmente:

- struttura sul tetto per montaggio antenne;
- condizionatore aggiuntivo per la climatizzazione della cabina durante lo stazionamento del mezzo;
- alloggiamento per il gruppo elettrogeno per alimentazione di tutti gli apparati della stazione;
- fissaggi sul pavimento e lateralmente per gli armadi delle apparecchiature;
- rivestimento interno della cabina per l'isolamento acustico e termico.



*Il furgone utilizzato durante la fase di test con all'interno la strumentazione per il monitoraggio del volo in tempo reale ed il personale addetto al controllo della telecamera con joystick e zoom*

## Sistema RAWAS/ERA (settore B)

Il velivolo Sky Arrow, equipaggiato con questo sistema, consente l'acquisizione di immagini digitali - non solo nel visibile - ma anche nel campo dell'infrarosso e per il monitoraggio della temperatura della superficie.

Il sistema nel suo complesso si compone di:

- una piattaforma aerea strumentata per il telerilevamento;
- una camera multispettrale per la rilevazione immagini digitali ad alta risoluzione;
- camera digitale per l'acquisizione di immagini ad alta risoluzione nel campo del visibile
- una camera termica per l'acquisizione di immagini ad alta risoluzione nel campo dell'infrarosso termico;
- un GPS ad alta precisione, capace di fornire posizione e velocità tridimensionali del velivolo;
- un computer per la memorizzazione di tutti i dati raccolti dai diversi apparati.

### Equipaggiamento di missione – settore B



Camera multi-spettrale



Ricevitore GPS



Sistema di acquisizione dati



Termocamera

I dati acquisiti a bordo, una volta elaborati, consentono la realizzazione dei seguenti prodotti:

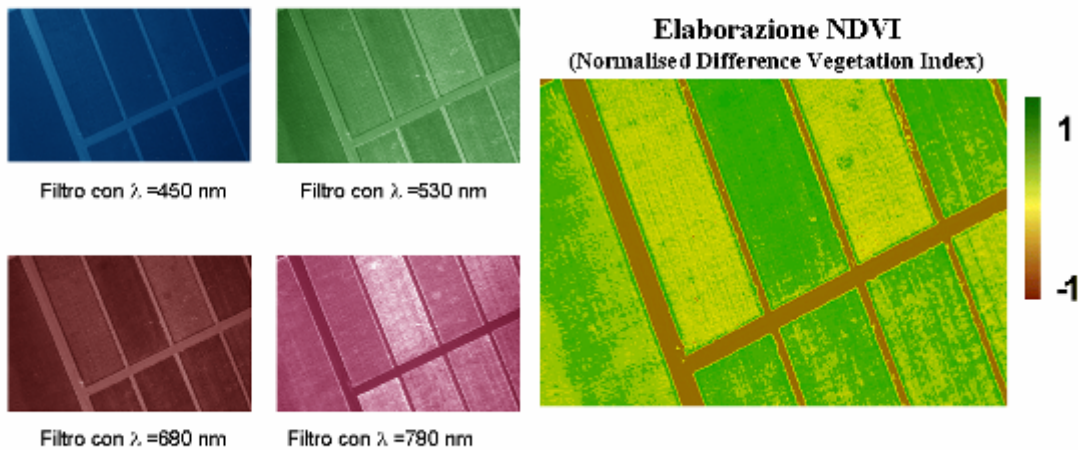
- mappatura cadenzata delle condizioni delle colture inserita in un sistema GIS (Geographic Information System);
- mappe georeferenziate del danno da incendio o da attacco fitoparassitario;
- determinazione degli areali geografici colpiti;
- mappature "on demand" degli scarichi su corsi idrici e fluviali;
- mappe georeferenziate delle aree bruciate da incendi boschivi;
- censimento delle colture agricole e della qualità dei raccolti.

Il sistema permette di analizzare ogni singolo fotogramma nella banda selezionata e di comporlo secondo indici atti ad esaltare determinati fenomeni tematici quali, ad esempio, aree bruciate, tipologie delle colture, stati di stress della vegetazione.

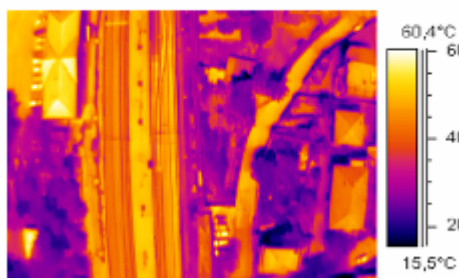
Ogni singola immagine può essere composta con le altre attigue e quindi inserita come livello informativo in un Sistema Informativo Territoriale, contribuendo così al mantenimento del database ed all'aggiornamento dei dati in esso contenuti.

### Esempio di prodotto derivante da Telerilevamento Multispettrale

La discriminazione radiometrica di frumento coltivato a diverse tesi nutrizionali evidenzia come l'indice NDVI sia in grado di stimare il tenore proteico delle diverse parcelle.

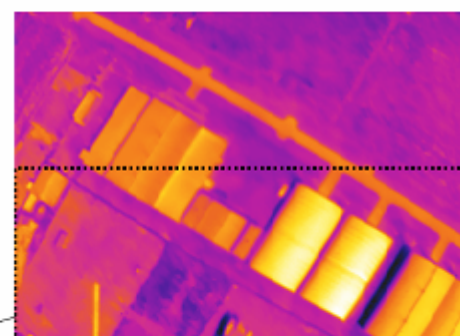
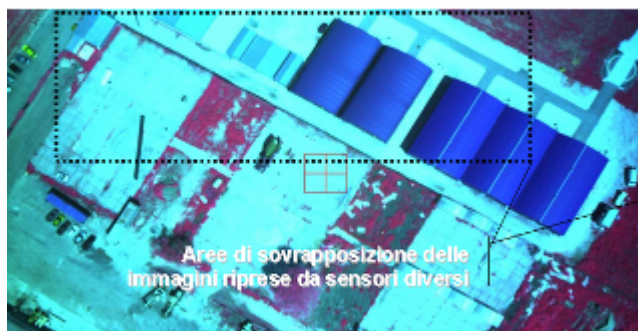


### Tecniche di Mappatura



#### Immagini nell'infrarosso

Sono a tutti gli effetti una misura di temperatura, ad ogni colore è associata una specifica temperatura.



Le immagini riprese dai diversi sensori sono sovrapposte conservando l'identificazione delle aree comuni per analisi composte.

## Sistema RAWAS/ERA: (settore C - sistema "sniffer")

La superficie terrestre (agricoltura, foreste, ambienti urbani, vie di comunicazione e distretti industriali) può emettere o assorbire anidride carbonica, il più importante fra i cosiddetti "gas ad effetto serra". Oggi è diventato imperativo misurare il bilancio dei gas serra anche per valutare l'effetto di politiche di protezione ambientale e del clima globale, ma emissioni ed assorbimenti avvengono in modo non omogeneo sul territorio. L'uso di una piattaforma aerea specializzata come lo *Sky Arrow ERA-C* offre uno strumento utile per questo tipo di misura e si propone come una soluzione operativa per monitorare i flussi di gas su scala regionale.

Le principali applicazioni sono:

- misura delle fonti principali di calore, vapor acqueo, CO<sub>2</sub> e altri gas serra, quantità di moto tra biosfera e atmosfera per la caratterizzazione degli scambi con l'atmosfera;
- misurazione di profili verticali di vento, temperatura, vapor acqueo, CO<sub>2</sub> e altri gas serra, per la caratterizzazione dinamica dell'atmosfera;
- misurazione integrata di vento e concentrazioni di specie gassose per il monitoraggio dell'inquinamento urbano.

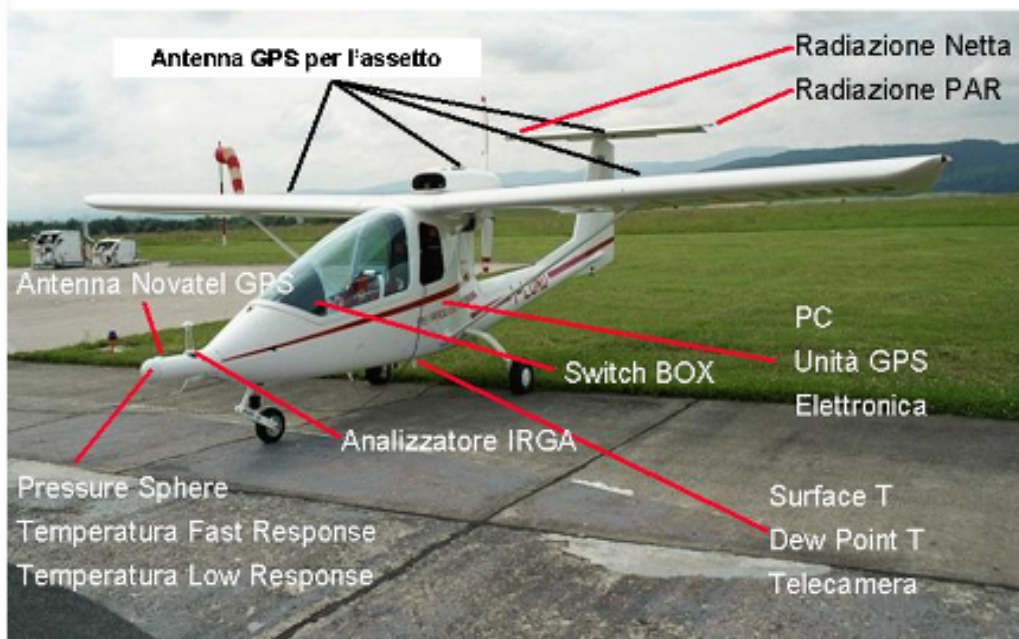
La piattaforma ERA – C è equipaggiata con i seguenti apparati di missione:

- BAT(Best Atmospheric Turbulence)-Probe per la misura del vento e della turbolenza;
- Sistema GPS vettoriale per la misurazione dell'assetto del velivolo in volo;
- Analizzatore di gas (CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O) a circuito aperto, con emettitore nell'infrarosso per la misurazione della loro concentrazione;
- Altimetro laser per la misurazione della distanza del velivolo da terra;
- Radiometri per la misurazione della radiazione totale (NET) e riflessa (PAR);
- Sensori di temperatura per misure in atmosfera e della superficie sorvolata;
- Sistema di acquisizione ad alta frequenza dei dati misurati.

### SECTOR C

#### Controllo delle emissioni di gas inquinanti

configurazione strumentale di missione



La ricerca di sostanze volatili aerodisperse è un obiettivo di importanza strategica per il controllo e la sicurezza ambientale con ricadute sulla protezione della popolazione da sorgenti inquinanti diffuse e puntuali (es. incidenti industriali).

La direttiva del consiglio europeo 96/62 del 27 settembre 96 ha l'obiettivo di intervenire a tutto campo per evitare, prevenire e ridurre gli effetti nocivi sulla salute umana e sull'ambiente nel suo complesso.

Un sistema aereo dedicato al monitoraggio ad ampio spettro di sostanze di interesse per la protezione della salute umana rappresenta un importante strumento da affiancare a reti di monitoraggio di terra, in grado di fornire informazioni a scala territoriale, relative a comprensori urbani od industriali, da impiegare in strumenti di valutazione e di pianificazione territoriale, ed in strumenti legati alla tutela della salute e della sicurezza della popolazione.

Da un punto di vista tecnologico, un sistema aereo di monitoraggio atmosferico richiede

- a) un sistema di misura del vento e della turbolenza atmosferica da piattaforma mobile, al fine di quantificare e modellizzare i processi di trasporto e dispersione degli inquinanti, accoppiato ad un sistema di misura in tempo reale ad alta risoluzione spaziale e temporale di gas 'semplici' legati alle emissioni di origine antropica quali la CO<sub>2</sub>, in grado di mappare i livelli di emissione sul territorio.
- b) un sistema di campionamento e di analisi avanzato, in grado di determinare la concentrazione di un ampio spettro di composti organici di interesse per la protezione della salute umana, avente caratteristiche di flessibilità nella scelta dei composti da monitorare in base al tipo di esigenza, ed in grado di essere alloggiato su una piattaforma di piccole dimensioni.

a. Il sistema MFP (Mobile Flux Platform) per misure atmosferiche

Lo SkyArrow ERA (Environmental Research Aircraft), che si basa su una piattaforma commerciale italiana, è un piccolo velivolo certificato equipaggiato con sensori sviluppati all'interno di collaborazioni tra CNR Ibimet, NOAA (USA) e diversi soggetti privati, in grado di fare misure di velocità del vento e turbolenza e della concentrazione di alcune specie gassose in atmosfera, ad alta frequenza. Si tratta di un aereo biposto in fibra di carbonio, mosso da un motore da 100 Hp, con un'apertura alare di 9.6 metri, una lunghezza di 8.2 metri. Il velivolo ha un range operativo di circa 500Km, pari ad oltre 3.5 ore di volo. La quota di volo varia fra 10 e 3,500 metri s.l.m. Il velivolo è stato allestito per ospitare a bordo la sonda MFP (Mobile Flux Platform) che consiste in una serie di sensori per le misure atmosferiche. L'installazione è stata certificata presso le autorità aeronautiche statunitensi ed europee.

Il sistema MFP misura la velocità dell'aria rispetto all'aereo utilizzando una sonda emisferica con 9 fori calibrati che servono a misurare le pressioni statiche e dinamiche per mezzo di trasduttori di pressione. Poichè il motore dello Sky Arrow è montato in configurazione "pusher", la sonda per la misura atmosferica è stata montata sulla parte anteriore (naso) del velivolo in modo da minimizzare la distorsione del flusso di aria causata dal movimento del velivolo. Le componenti dinamiche del vento (orizzontali U e V, e verticale W) misurate come differenziali di pressione, vengono poi corrette per la velocità 3D (rollio, beccheggio e prua) usando una combinazioni di segnali GPS ad alta frequenza e array di accelerometri posti nel baricentro del velivolo. In questo modo, la turbolenza atmosferica viene misurata ad un rateo molto elevato che combinato con una velocità di volo molto bassa (circa 35 metri al secondo, ground speed), consente di risolvere scale orizzontali dell'ordine di circa 0.7 metri, ovvero lunghezze d'onda dell'ordine di circa 1.4 metri.

La densità atmosferica di anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) e vapor acqueo viene misurata con un sensore veloce all'infrarosso a cammino aperto (LiCor 7500, Open-path IRGA). Tutti i dati della MFP vengono acquisiti su un computer di bordo dedicato.

b. Il sistema ERA/SPME per la ricerca di sostanze volatili aerodisperse

L'uso della tecnologia SPME (Solid Phase Micro Extraction) come metodologia e tecnologia di campionamento su piattaforma aerea offre una soluzione innovativa ad alta tecnologia in un approccio integrato di monitoraggio ambientale, con forti componenti di innovazione rispetto alle tecnologie correnti di campionamento e monitoraggio.

La determinazione delle sostanze inquinanti in modo diretto e specifico, insieme alla grande versatilità, robustezza ed efficacia del sistema SPME, permetteranno l'effettuazione di azioni di monitoraggio in modo flessibile e calibrato su esigenze specifiche.

La tecnica di campionamento mediante SPME su piattaforma aerea permetterà di ottenere un quadro dettagliato della zona oggetto del monitoraggio ambientale, grazie alla possibilità di eseguire un numero elevato di determinazioni per brevi periodi di campionamento; in questo modo sarà anche possibile osservare la cinetica del processo inquinante.

Il sistema si basa sull'esposizione durante il volo di fibre SPME al flusso turbolento per brevi intervalli di campionamento pre-determinati (fino a 5 minuti), tramite un sistema automatizzato programmabile di campionamento. Una volta a terra, le fibre vengono sottoposte ad un'analisi e ad una determinazione in laboratorio mediante procedure analitiche automatizzate dei livelli di concentrazione (dell'ordine dei ppm, ppb e ppt) dei composti di interesse.

## 4 LA SENSORISTICA A BORDO

### 4.1 I SENSORI OGGI IMBARCATI

#### Multispettrale DUNCAN

##### **MS4100 High Resolution 3-CCD Digital Camera (RGB e Infrarosso)**

Le ottiche separate possono lavorare simultaneamente con i CCD per massimizzare la risoluzione, il range dinamico, il campo di vista. La camera digitale MS4100 è disponibile in due configurazioni spettrale: a colori reali RGB per immagini di alta qualità e a infrarossi.

##### **Caratteristiche tecniche**

Color separating prism with three CCD imaging sensors
1920(H) x 1080(V) resolution (x3) for 6.2 Million pixels of data
Image 3 spectral bands from 400-1000 nm
Standard models for RGB and CIR
Contact factory for custom multispectral configurations
Wide Field-of-View, 60 degrees with 14 mm, f/2.8 lens
Acquire and display composite, false color, or individual color plane images
Frame rate of 5 fps
Digital Image Output - Camera Link, LVDS or RS-422
Compact, rugged package
Independent gain and exposure control for each channel
Autoexposure control and semi-automatic white balance
External trigger input with three operating modes
RS-232 input for configuration and control
Optional DirectView analog video preview via NTSC/PAL composite or Progressive Scan RGB up to 1280 x 1024.
OEM Customization Available



## Termico FLIR

### SC 500 ThermaCAM

La camera termica ThermaCAM SC 500 consente di ottenere immagini nel campo dell'infrarosso e misure di temperature, la risoluzione radiometrica dei dati di output è di 14-bit.

#### Caratteristiche tecniche

<b>Field of view/min focus distance</b>	24°x18° /0.3 m
<b>Spatial resolution (IFOV)</b>	1.3 mrad
<b>Thermal sensitivity</b>	0.07°C at 30°C
<b>Image frequency</b>	50/60 Hz non-interlaced
<b>Electronic zoom function</b>	4X continuous
<b>Focus</b>	Automatic or manual
<b>DETECTOR</b>	
<b>Type</b>	Focal Plane Array (FPA), uncooled microbolometer 320 x 240 pixels
<b>Spectral range</b>	7.5 to 13µm
<b>MEASUREMENT</b>	
<b>Temperature range</b>	-40°C to +500°C (-40°F to 932°F) Up to +1500°C (2732°F), optional Up to +2000°C (3632°F), optional
<b>Accuracy</b>	±2°C, ±2%
<b>IMAGE STORAGE</b>	
<b>Type</b>	High capacity PC-Card, ATA compatible (160MB min)
<b>File formats</b>	14-bit radiometric IR digital image (IMG), includes header file with all parametric data 8-bit standard bitmap (BMP), image only or image with screen graphics Every image stored in both formats
<b>ENVIRONMENTAL SPECIFICATION</b>	
<b>Operating temperature range</b>	-15°C to +50°C (5°F to 122°F)
<b>Storage temperature range</b>	-40°C to +70°C (-40°F to 158°F)
<b>PHYSICAL CHARACTERISTICS</b>	
<b>Weight</b>	2.6 kg (5.7 lbs.)
<b>Size</b>	212 mm x 121 mm x 127 mm (8.3"x4.6"x5.0")



## Visibile

### Nikon D1

#### Caratteristiche tecniche

Sensor / Camera	Effective pixels (millions)	Effective ** resolution	Imager size (mm)	Pixel (unit) size ( $\mu\text{m}$ )
Nikon D1 CCD	2.62	2,000 x 1,312	23.6 x 15.5	11.8



## Telecamera

### ESP 600C High Resolution Color Observation Payload

ESP-600C sistema a due camere a colori CCD ad alta risoluzione ed utilizzato per applicazioni di:

- ⌘ sorveglianza anti-terrorismo e contrabbando
- ⌘ valutazione dei danni
- ⌘ sorveglianza del traffico
- ⌘ Monitoraggio delle coste

#### Caratteristiche tecniche

Two (2) High Resolution Color CCD Cameras.
Field of View (0.7°; to 22.6°) with x15 Zoom Lens.
High Stabilization Accuracy (10 $\mu\text{rad}$ ).
Fully Stabilized in the Lower Hemisphere (including Nadir).



Telecamera su piattaforma girostabilizzata



## Sniffer

### LI-7500 Open Path CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O Analyzer

LI-7500 è un innovativo "gas analyzer" a infrarossi, ad alta velocità, precisione elevata che misura "in-situ" la densità della CO<sub>2</sub> e del vapor acqueo in condizioni di turbolenza.

I suoi dati possono essere usati, applicando la *Eddy covariance technique* insieme ai valori di turbolenza determinati con l'anemometro a ultrasuoni al fine di determinare i flussi di CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>O.

Le applicazioni del LI-7500 comprendono la determinazione dei bilanci di CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>O in agricoltura, o in aree naturali come foreste, deserti e oceani per valutazione dei cambiamenti climatici e ricerche in campo ecologico.

#### Caratteristiche tecniche

<b>Type</b>	Absolute, open-path, non-dispersive infrared gas analyzer
<b>Detector</b>	Thermo-electrically cooled lead selenide
<b>Bandwidth:</b>	5, 10, or 20 Hz, software selectable
<b>Operating Temperature Range</b>	-25 to 50 °C (-40 to 50 °C optional)
<b>User Interface</b>	Windows based software supports all setup, configuration and calibration functions through the RS-232 serial port
<b>Outputs:</b>	RS-232 (20 Hz Maximum). SDM (> 40Hz). 2 user scalable 16-bit DACs updated at 300 Hz.
<b>Auxiliary Inputs:</b>	2 channels for temperature and pressure sensors (during calibration).
<b>Auxiliary Input for Pressure Sensor:</b>	0-4.096V ( $\pm 5V$ common mode rejection).
<b>Path Length:</b>	12.5 cm (4.72").
<b>Power Requirements:</b>	10.5 to 30 volts DC.
<b>Power Consumption:</b>	30 W during warm-up, 10 W in steady state.
<b>Control Box:</b>	35 cm 30 cm 15 cm (external dimensions)
<b>Weight:</b>	Head: 0.75 kg (1.65 lb.) Control Box and Cables: 4.8 kg (10.5 lb.)



## 4.2 I SENSORI CHE POSSONO ESSERE IMBARCATI

### Iperspettrale

#### AISA Eagle

Il sensore iperspettrale AISA Eagle, prodotto dalla Specim (Finlandia).

Si tratta di un sistema completo, costituito da una camera iperspettrale, un ricevitore GPS e un sensore inerziale integrato ed un'unità di acquisizione dati.

Questo strumento è caratterizzato da una elevata risoluzione al suolo, un ampio campo visivo ed è in grado di acquisire fino a 244 bande simultaneamente con brevissimi tempi di integrazione del segnale.

#### Caratteristiche tecniche

<b>Spettrometro</b>	Ad alta trasmissività ed efficienza, con ridotte distorsioni spettrali e spaziali
<b>Apertura obiettivo</b>	f/2.4
<b>Focale obiettivo</b>	17 mm
<b>Otturatore</b>	Elettromeccanico, con registrazione del rumore di fondo (dark current), programmabile
<b>Intervallo spettrale</b>	400-970 nm
<b>Bande spettrali</b>	244
<b>Campionamento spettrale/pixel</b>	2.3 nm
<b>Numero di pixel spaziali</b>	1024
<b>Campo di vista (FOV)</b>	39.7° across track
<b>Divergenza (IFOV)</b>	0.039° across track
<b>Risoluzione spaziale a terra @ 1000 m</b>	0.71 m
<b>Camera</b>	A lettura progressiva del CCD
<b>Tempo di integrazione</b>	Programmabile, indipendente dal numero di immagini/secondo
<b>Frequenze di acquisizione</b>	Fino a 50 immagini al secondo @ 244 bande iperspettrali Fino a 80 immagini al secondo @ 60 bande iperspettrali



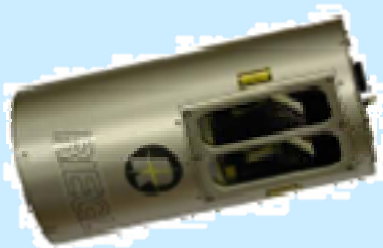
## Laser scanner

### RIEGL LMS-Q240 2D Laser Scanner

Laserscanner che offre combinazioni di angolo di scansione ampio, elevata accuratezza nelle misure, un impulso laser ristretto, alloggiato in un box compatto.

#### Caratteristiche tecniche

Measuring Range for natural targets, 20%	up to 230 m
Measuring Range for natural targets, 80%	up to 450 m
Minimum Range	2 m
Measurement Accuracy	typ. $\pm$ 20 mm
Measurement Resolution	5 mm
Laser Pulse Repetition Rate	30 000 Hz
Effective Measurement Rate	10 000 Hz
Laser Wavelength	near infrared
Laser Beam Divergence	3 mrad
Target detection modes	first target, last target 5), or alternating
Eye Safty Class according to IEC60825-1:2001	Laser Class 1 for the scanned laser beam



## LASER SCANNER RIEGL LMS-Q560 CON DIGITALIZZAZIONE DELLA FORMA D'ONDA



Il laser scanner aerotrasportato RIEGL LMS-Q560 è uno strumento che utilizza lo stato dell' arte delle ultime tecnologie nel campo del digital signal processing.

Durante la fase di acquisizione , lo strumento registra parametri molto dettagliati che in fase di post elaborazione permettono di generare la forma d'onda del segnale delle echo di ritorno .

Questa caratteristica risulta particolarmente importante ed innovativa perchè oltre che ad un preciso modello della geometria investigata, è possibile estrarre informazioni circa la classificazione degli elementi oggetto del rilievo.

Lo strumento è facilmente configurabile e permette di essere utilizzato nei più svariati settori applicativi delle tecnologie LIDAR aerotrasportate.

Lo strumento utilizza il principio della misura della distanza attraverso la conoscenza del tempo di volo di impulsi infrarossi unidirezionale e paralleli emessi dal telemetro laser.

Il laser scanner RIEGL LMS-Q560 è uno strumento robusto e predisposto per essere montato su di un velivolo. il suo peso limitato e la compattezza lo rendono facilmente installabile su piccoli aerei, per il completo cablaggio necessita di un gruppo di alimentazione esterno e di un sistema GPS-IMU per la georeferenziazione diretta dei segnali registrati dal data recorder DR560.

- Analisi della forma d'onda per un numero illimitato di bersagli
- Elevata frequenza delle scansioni di misura oltre 66khz
- Elevata accuratezza superiore a  $\pm 2$  cm
- Interfaccia di collegamento a sistemi GPS-IMU
- Operatività in eye safe
- Compatto, robusto necessita di singola alimentazione
- Vasta gamma di temperatura di funzionamento

## RIEGL LMS-Q560 digitalizzazione degli echo di ritorno

Oltre alla quantificazione del segnale retrodiffuso e dal numero di echo di ritorno, il sistema di digitalizzazione del RIEGL LMS-Q560 permette all'utente di estrarre informazioni complete sulla forma dei segnali di ritorno.

In Figura 1 viene illustrata una situazione di acquisizione dove 3 misure del laser sono prese sui tipi differenti di obiettivi. Gli impulsi (rappresentati con colore rosso) simboleggiano i segnali del laser che viaggiano verso l'obiettivo con la velocità di luce. Quando il segnale interagisce con la superficie scansionata, una frazione del segnale trasmesso (indicato dal colore blu) viene riflessa verso il telemetro.

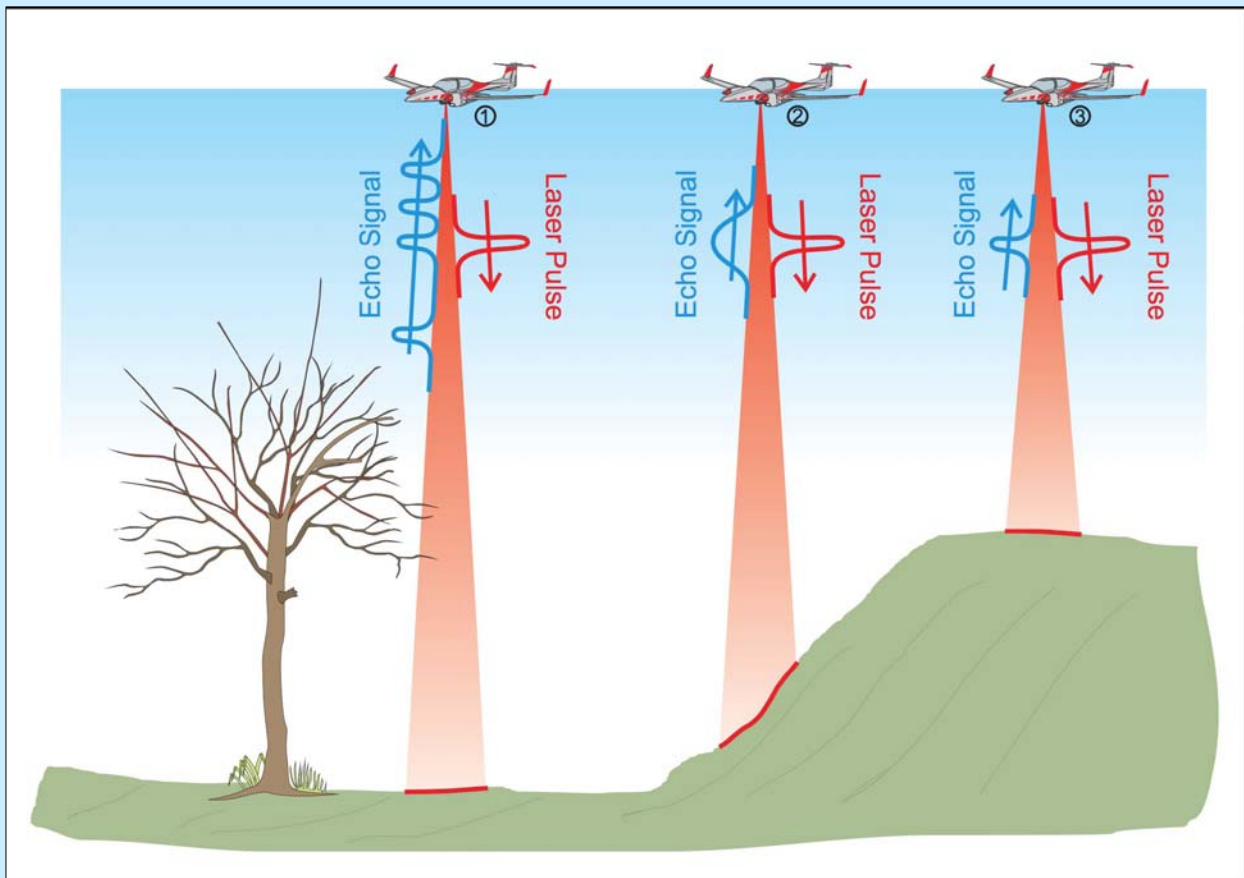


Fig. 1 Segnale Echo risultato da differenti tipi di bersagli

Nel caso 1, l'impulso laser interseca la chioma di un albero causando tre distinti echo di ritorno, la restante porzione del segnale raggiunge il suolo generando un altro impulso di ritorno.

Nel Caso 2 l'impulso laser viene riflesso da una superficie avente un piccolo angolo di incidenza provocando l'allargamento del fronte d'onda di ritorno.

Nel caso 3 l'impulso viene semplicemente riflesso da una superficie piana, generando una singola echo di ritorno che risulta avere la stessa forma del segnale trasmesso.

La linea superiore del diagramma mostra la forma del segnale analogico: il primo impulso (rosso) rappresenta la porzione del segnale trasmesso dal telemetro laser, i successivi tre impulsi (blu) corrispondono alle riflessioni dei rami, l'ultimo rappresenta la riflessione del suolo.

Il segnale analogico viene campionato ad intervalli costanti di tempo (diagramma centrale) e di seguito convertito in formato digitale, il risultato è un flusso di dati binario che viene registrato dal *RIEGL Data Recorder DR560* ed elaborato in una successiva fase di post-processing.

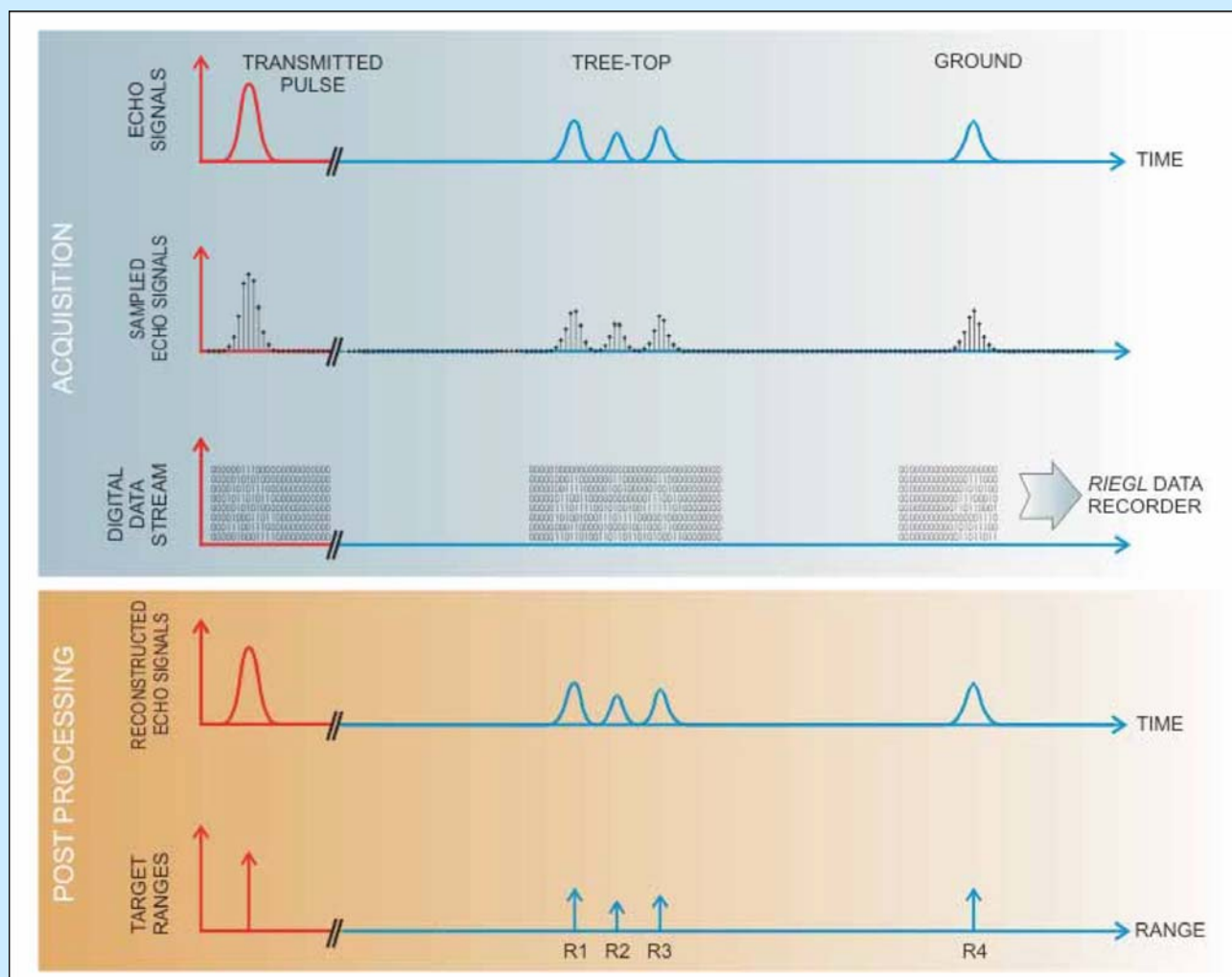


Fig. 2 acquisizione dei dati e postprocessing

Lo scanner LMS-Q560 registra una serie completa di informazioni relative al segnale di ritorno in una vasta gamma dinamica. Ciò permette, nella fase di post processing, di ricostruire il segnale in maniera dettagliata, oltre che la distanza, e di derivare in maniera molto precisa anche i parametri di classificazione degli oggetti scansionati.

## Technical Data of *RIEGL* LMS-Q560

### Range Measurement Performance

Operating Altitude AGL 1)	
<i>LaserPRR</i>	<i>natura/ target p ~ 20 % natura/ target p ~ 60 %</i>
50 kHz	1200 m (4000 ft.) 1800 m (5900 ft.)
100 kHz	850 m (2800 ft.) 1200 m (4000 ft.)
Minimum Range	30 m (100 ft.)
Measurement Accuracy 2)	typo ± 20 mm
Laser Pulse Repetition Rate 3	up to 100 000 Hz
Effective Measurement Rate	up to 50 kHz @ 45 deg scan angle up to 66 kHz @ 60 deg scan angle
Laser Wavelength	near infrared
Laser Beam Divergence 4)	0; 0.5 mrad
Number of targets per pulse	unlimited for digitized waveformS), first pulse or last pulse in online monitoring data
Eye Safety Class	according to IEC60825-1:1993+A1:1997+A2:2001 The following clause applies for instruments delivered into the United States: Complies with 21 CFR 1040.10 and 1040.11 except for deviations pursuant to Laser Notice No. 50, dated July 26, 2001.

### Scanner Performance

Scanning Mechanism	rotating polygon mirror
Scan Pattern	parallel scanning lines
Scan Angle Range	± 22.5 deg = 45 deg total
Scan Speed	5 - 160 scans/sec
Minimum Angle Step Width	0.004 deg @ PRR 100000 Hz 7)
Angle Readout Resolution	0.001 deg

### Intensity Measurement

For each echo signal, high-resolution 16-bit intensity information is provided which can be used for target discrimination and/or identification/classification.

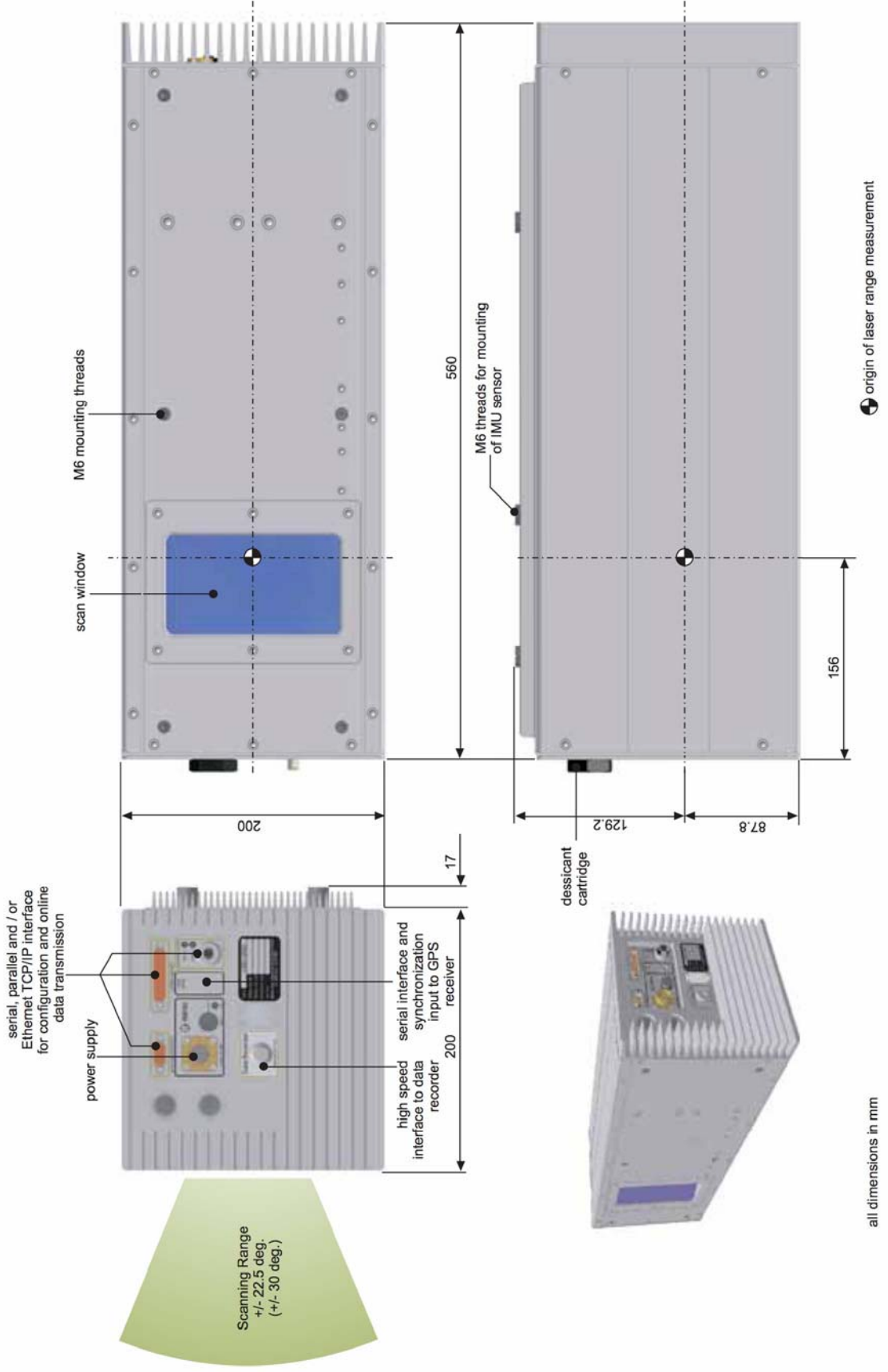
### Data Interfaces

Configuration Ethernet	TCP/IP (10/100 MBit), RS232 (19.2 kBd)
Monitoring data output	Ethernet TCP/IP (10/100 MBit), ECP standard (parallel)
<i>R/EGL</i> Data Recorder	High speed serial data link
GPS-System	Serial RS232 interface, TTL input for 1pps synchronization pulse, accepts different data formats for GPS-time information

### General Technical Data

Power Supply	18 - 32 VDC
Current Consumption approx.	5 A @ 24 VDC
Main Dimensions (L x W x H)	560 x 200 x 217 mm
Weight	20 kg
Protection	Class IP54
Temperature Range	
Operation	0°C up to +40°C
Storage	-10°C up to +50°C
Mounting of IMU-	Sensor Steel thread inserts on the top of the laser scanner, rigidly connected to the inner structure of the scanning mechanism

# RIEGL LMS-Q560 Dimensional Drawings



## AIRBORNE DATA RECORDER

# DR560

## FOR FULL WAVEFORM ANALYSIS

**DR560 is the companion Digital Data Recorder to the Airborne Laser Scanner *RIEGL LMS-Q560* for full waveform analysis.**



### Technical Data of *RIEGL* Data Recorder DR560

#### Data Recorder Performance

Storage Capacity	2 x 250 GByte
Data Rate (Input)	up to 30 MByte/sec
Data Rate (Output)	
Web Server up to	5 MByte/sec
USB up	to 25 MByte/sec

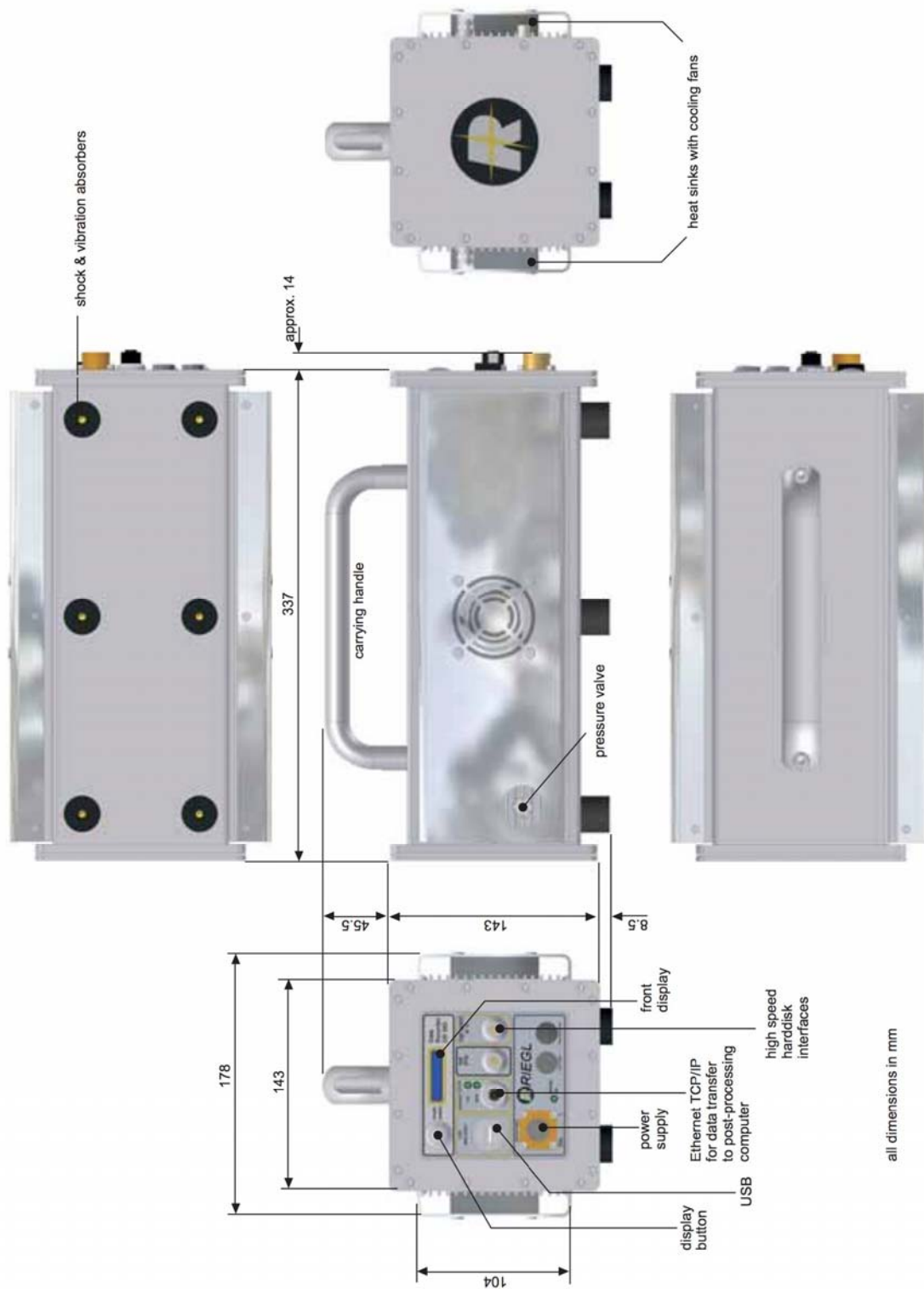
#### Data Interfaces

Input Interface	High Speed Serial Data Link
Output Interface	High Speed Universal Serial Bus 2.0

#### General Technical Data

Power Supply	18 - 32 VDC
Current Consumption	approx. 3 A @ 24 VDC
Main Dimension (L x W x H)	337 x 178 x 197 mm
Weight approx.	7 kg
Protection Class p	ressure-sealed housing
Altitude	up to 6100 m
Temperature Range	
Operation	0°C up to +40°C
Storage	-10°C up to +50°C
Vibration	tbd
Shock	tbd

# Dimensional Drawings of RIEGL Data Recorder DR560



## Aggiornamenti sul visibile

### NIKON 12,4 Megapixel

La camera Nikon D2Xs unisce la tecnologia ampiamente apprezzata del sensore CMOS da 12.4 MegaPixel, le prestazioni eccezionali di autofocus e di velocità della D2X, con un'avanzata elaborazione di immagine e una configurazione robusta.

Queste caratteristiche collocano la D2Xs ai vertici di categoria. Oltre 20 upgrade sono state incorporate nella D2Xs tra cui, il sistema di mascheratura del mirino elettronico per la modalità ad alta velocità ad 8 fps, un nuovo monitor LCD ad ampio angolo di visione, funzione di ritaglio immagine in-camera e modalità bianco e nero. Il nuovo accessorio incluso, la batteria agli ioni di litio EN-EL4a, permette di eseguire 3800 scatti.

### Caratteristiche tecniche

12.4Mp CMOS Reflex Digitale Professionale
5 fps o 8fps in modalità "Formato ridotto alta velocità"
11-area Multi-CAM2000 AF
3D Colour Matrix Metering II
Controllo Flash i-TTL
Risposta immediata: 37ms di ritardo allo scatto.
Robusto corpo in magnesio



## CANON 16,7 Megapixel

Il sensore CMOS a pieno formato (36 x 24 mm) della EOS-1Ds Mark II da 16.7 Megapixel è in grado di realizzare TIFF non compressi di 50MB, con una profondità colore di ben 24 bit. La fotocamera è caratterizzata da un filtro passa-basso incorporato, oltre ad un circuito per l'eliminazione del rumore. Possono essere selezionate impostazioni basse (L:50) e alte (H:3200), per estendere la gamma di sensibilità ISO (100-1600).

Il processore DIGIC II Canon di seconda generazione regola le prestazioni della fotocamera. La combinazione del nuovo sensore CMOS, del processore DIGIC II e del sistema buffer garantisce la registrazione simultanea di 32 immagini in formato JPEG alla velocità di 4 fotogrammi al secondo.

La fotocamera è protetta da un corpo in lega di magnesio resistente ed impermeabile, mentre l'otturatore vanta una durata straordinaria di ben 200.000 cicli. In condizioni di scatto particolari, la modalità di back-up consente la registrazione su schede di memoria CF e SD.

Il mirino LCD 2.0" da 230.000 pixel della EOS-1Ds Mark II è ideale per il controllo della messa a fuoco e della composizione, mentre lo zoom 10x ingrandisce i dettagli per ottenere sempre lo scatto desiderato. Oltre agli scatti simultanei nei formati RAW e JPEG, esiste anche la possibilità di scegliere fra lo spazio colore sRGB o Adobe RGB. Il bilanciamento del bianco (WB) è regolabile su  $\pm 9$  livelli per i colori blu/ambra e magenta/verde, mentre il bracketing WB è supportato fino a  $\pm 3$  livelli.

### Caratteristiche tecniche

Sensore CMOS a pieno formato da 16.7 MP
4 fps
Scatto continuo di 32 fotogrammi
Software DPP per l'elaborazione dei file RAW
DIGIC II
Sistema flash E-TTL II
Ampia gamma di velocità ISO
Corpo resistente in lega di magnesio
Due slot per le schede di memoria
LCD con 230k pixel



## Fotocamere metriche

### Rollei AIC modular H20 e Rollei AIC modular H25

E' possibile alloggiare camere digitali Rollei. La Rollei DB44 Metric dotata di dorso digitale Phase One modello H20 da 16 a 39 milioni di pixel, area del sensore CCD pari a 4080 x 4076 pixel, o la Rollei semimetrica modello 6008 DB45 con dorso digitale Phase One modello H20 da 20 milioni di pixel, area del sensore CCD pari a 4080 x 5440 pixel. I software di gestione delle camere e delle immagini derivate sono R6008 e PhaseOne.

Durante l'acquisizione la fotocamera è sincronizzata con il sistema laser e con il GPS per consentire l'ortorettifica e la georeferenziazione delle immagini.

L'archivio dei dati è garantito da un computer di bordo dotato di un disco SCSI da 80Gb e di un secondo disco Firewire di riserva.

#### Caratteristiche tecniche

Tipo	Rollei AIC modular H20	Rollei AIC modular H25
Obiettivo	Super Angulon 2.8/50 mm	Super Angulon 2.8/50 mm
Area del sensore CCD	4080 x 4076 pixel	4080 x 5440 pixel
Risoluzione al suolo	Variabile a seconda dell'altezza di volo da 3 a 50 cm circa	Variabile a seconda dell'altezza di volo da 3 a 50 cm circa

<http://www.rollei.com/en/index.html>



## Sistema inerziale e GPS

### SISTEMA DI POSIZIONAMENTO INERZIALE APPLANIX POS AV 210

La ditta Applanix è oggi la maggior produttrice di sistemi inerziali di navigazione per il rilevamento, ad uso civile. Essa offre una vasta gamma di sensori differenziati per applicazione (rilevamento aereo, marino, ferroviario, terrestre e altre tipologie) e per precisione. I sistemi per il rilevamento fotogrammetrico sono chiamati POS/AV, acronimo di Positions and Orientation Solutions for Airborne Vehicles. Essi sono costituiti essenzialmente da un sensore inerziale, dotato di tre accelerometri e tre giroscopi, capace di misurare le accelerazioni lineari e quelle angolari, da un ricevitore GPS e da un apparato elettronico che provvede a sincronizzare i vari strumenti, a ricevere e a memorizzare i dati da essi prodotti. Una volta finita la missione tali dati vengono integrati da un software basato essenzialmente sul filtro di Kalman, che calcola posizione e assetto.

Esistono quattro tipi diversi di sistemi POS/AV, caratterizzati da precisioni diverse e indicati dai nomi 210, 310, 410 e 510, in ordine di qualità crescente. Il modello 210, è stato individuato per la sperimentazione più sotto sono riassume le principali caratteristiche.



Il POS AV è un sistema completo costituito da hardware e software specificatamente progettato per eseguire la georeferenziazione diretta di dati derivati da sensori aerotrasportati quali fotocamere, laser scanner e sensori iperspettrali.

#### Performance Summary

##### POS AV 210 Absolute Accuracy Specifications (RMS)

	C/A GPS	DGPS	RTK	Post-Processed
Position (m)	4.0 – 6.0	0.5 – 2.0	0.1 – 0.3	0.05 – 0.30
Velocity (m/s)	0.05	0.05	0.05	0.01
Roll & Pitch (deg)	0.05	0.05	0.05	0.04
True Heading* (deg)	0.15	0.10	0.10	0.08

\* Typical mission profile, max RMS error

##### POS AV 210 Relative Accuracy Specifications

Noise (deg/sqrt(hr))	0.20
Drift (deg/hr) *	0.75

\* Attitude will drift at this rate up to a maximum error defined by absolute accuracy in table above

## PHYSICAL

Altitude 0 to 6,096 m  
(0 to 20,000 ft)

### POS Computer System (PCS)

Temperature -20 deg C to +55 deg C  
(operational)

Dimensions 279 L x 165 W x 91 H mm  
(11.0 L x 6.5 W x 3.6 H inches)

Dimensions OEM 239 L x 158 W x 82 H mm  
(9.4 L x 6.2 W x 3.2 H inches)

Weight (Std/OEM) 2.90/2.54 kg

Power 20 – 34 Volts DC  
78 W, Max (incl. IMU)

### Inertial Measurement Unit (IMU)

Type	Origin	Temp (Operational)	Size (L x W x H) mm/in.	Weight
IMU-15	US	-54 C to +71 C	95 x 95 x 107 (3.76 x 3.76 x 4.23)	1.0 kg
IMU-23	US	-40 C to +71 C	105 x 105 x 107 (4.15 x 4.15 x 4.21)	1.7 kg

IMU-15 or IMU-23 delivered with standard product, depending upon availability

### Global Navigation Satellite System (GNSS)

Option	Signals	Data Rate
GPS-13	GPS L1/L2/L2C	10 Hz (raw)
GPS-14	GPS L1/L2/L2C GLONASS L1/L2	2 Hz (raw)

## I/O

### Ethernet (100 base-T)

Parameters Time tag, status, position, attitude, velocity, track and speed, dynamics performance metrics, raw IMU data (200 to 300 Hz, IMU dependent), raw GPS data

Display Port Low rate (1 Hz) UDP protocol output

Control Port TCP/IP input for system commands

Primary Port Real-time (up to IMU rate) TCP/IP protocol output

Secondary Port Buffered TCP/IP protocol output for data logging to external device

## Logging

Parameters Time tag, status, position, attitude, velocity, track and speed, dynamics, performance metrics, raw IMU data (200 to 300 Hz, IMU dependent), raw GPS data

Media External: Removable 1 Gbyte Flash Disk (2 supplied)

Internal: Embedded 1 Gbyte Flash Disk for redundant logging

### RS232 NMEA ASCII Output

Parameters NMEA Standard ASCII messages: Position (\$INGGA), Heading (\$INHDT), Track and Speed (\$INVTG), Statistics (\$INGST)

Rate Up to 50 Hz (user selectable)

### RS232 High Rate Binary Output

Parameters User selectable binary messages: Time, position, attitude, speed, track, PAV30 output, Yaw Drift Correction

Rate Up to IMU Data Rate (user selectable)

### RS232 Input Interfaces

Parameter Gimbal encoder input, AUX GPS Input (RTK, NavCom Starfire, OmniStar HP), RTCM104 DGPS Corrections Input

Rate 1 to IMU Data Rate

## Other I/O

IPPS 1 pulse-per-second Time Sync output, normally high, active low pulse

Event Input (2) Two time mark of external events. TTL pulses > 1 msec width, max rate 100 Hz

## User Supplied Equipment

PC for POS Controller (required for configuration)

- Pentium 90 processor (minimum)
- 16 MB RAM, 1 MB free disk space
- Ethernet adapter (RJ45 100 base T)
- Windows 98/2000/NT/XP

PC for POSpac Post-processing Software

- Pentium III 800Mhz or equivalent (minimum)
- 256 MB RAM, 400 MB free disk space
- USB Port (for security key)
- Windows 2000/XP

## G12 Sensor

Ricevitore GPS a 12 canali che consente livelli di accuratezza elevate.

[http://www.orionmonitoring.com/Assets/data%20sheets/G12%20Sensor\\_DS.pdf](http://www.orionmonitoring.com/Assets/data%20sheets/G12%20Sensor_DS.pdf)



### Real-Time Position Accuracy<sup>1</sup>

**Autonomous<sup>2</sup>**  
3.0 m (CEP)

**Differential**  
40.0 cm (CEP)

### Velocity Accuracy<sup>1</sup> (knots)

0.1 (95%)

### Time to First Fix<sup>3</sup>

	Min	Avg	Max
Re-acquisition	1 sec	2 sec	3 sec
Hot start	8 sec	11 sec	15 sec
Warm start	26 sec	35 sec	45 sec
Cold start	39 sec	45 sec	300 sec

### Standard Features

- 12 Channels GPS code and carrier
- Strobe Correlator™ multipath mitigation
- Standard NMEA-0183 V2.01 output
- Position latency output
- Geoid and Magnetic Variation models
- Raw data output (code and carrier)
- 1PPS (5V TTL)
  - Precision: 45 ns (differential)
  - 340 ns (stand alone)
- Programmable Measurement Strobe
- Variable Frequency Output from <1Hz to 8.25 MHz

### G12 Base Station Standard Features

#### All G12 Standard Features and:

- Differential reference station RTCM Message Types 1,2,3,6,9,16
- Position and raw data update rates selectable up to 2Hz

### Optional Features

- Software toolkit
- 20Hz position updates<sup>3</sup>
- 20Hz raw data (code & carrier)

### Communications

- 2 bi-directional RS-232 serial ports, up to 115,000 bps
- External LED drivers

### Environmental and Physical

- Operating Temp: -30°C to +60°C
- Storage Temp: -40°C to +85°C
- Power Consumption: 2.2 W (Receiver)  
0.3 W (Antenna)
- Input Voltage: 9-36 VDC
- Size: 95mm x 42mm x 168mm
- Connector: DB25 (pin-compatible with the GG24™ Sensor, and the Z12™B Sensor)
- Weight: 19 ounces

## TA-12S SAASM-based Certified GPS Sensor



Il TA-12S è l'evoluzione del famoso GPS TA-12. Utilizza la nuova robusta architettura militare SAASM ed è certificato per tutti gli usi civili. Il TA-12S è un ricevitore GPS a 12 canali ad alte prestazioni progettato per soddisfare le rigide normative di sicurezza richieste nelle operazioni di localizzazione dei sistemi aerotrasportati. Nella modalità PPS il TA-12S opera secondo le normative di sicurezza militari (certificate GPS) secondo lo NAVWAR. In modalità operativa SPS il TA-12S è certificato secondo lo standard TSO-C129a Class B1/C1 per utilizzi civili nello spazio aereo. Il dispositivo è facilmente integrabile nella maggior parte dei sistemi di amministrazione di volo Flight Management Systems (FMS) presenti nei più comuni sistemi di trasporto aereo.

FEATURES			
<b>Receiver:</b>	12-channel, L1/L2 frequency, P(Y) code (PPS)		
<b>Antenna:</b>	Low-profile with preamplifier, L1/L2, TSO'd		
<b>Time to first fix (TTFF):</b>	1.0 minute nominally		
<b>Position update rate:</b>	Once per second		
<b>Power:</b>	Less than 15.0 Watts, 20–32 Volts DC		
<b>Timing:</b>	HAVE QUICK IIA timing output or 1-pulse-per-second I/O GPS time mark output		
<b>Crypto key input:</b>	Compatible with KYK-13, KOI-18, CYZ-10		
<b>Security Certification:</b>	GPS JPO security approved/unclassified when keyed		
<b>FAA Certification:</b>	TSO-C129a Class B1/C1		
<b>JAA:</b>	BRNAV compliant		
PHYSICAL CHARACTERISTICS			
<b>Receiver (RPU) weight:</b>	1.5 kg (3.3 lbs.)		
<b>Antenna weight:</b>	0.2 kg (0.43 lb.)		
<b>Receiver dimensions:</b>	127 mm W 241 mm D 53 mm H (5.00" W 9.50" D 2.10" H)		
<b>Antenna dimensions:</b>	89 mm D 18 mm H (3.5" D 0.7" H)		
PERFORMANCE (Authorized Users)			
<b>Autonomous:</b>	PPS position accuracy: 3-D, 16 meters SEP PPS velocity accuracy: 0.2 m/sec, RMS, at constant velocity Time: 100 ns, RMS		
<b>Dynamics:</b>	Velocity: 0–400 m/sec (800 knots)		
INTERFACE			
<i>Connectors</i>			
<b>RF:</b>	SMA		
<b>Data:</b>	Cannon KJG6T16F35 ARINC 429 Interfaces: 8 receiver channels; 3 transmit channels; Dual FMS; Dual IRS; Dual Air Data Systems 2 bi-directional RS-422 at variable baud rate 1 bi-directional RS-232 at 9600 baud Timing signal output		
<b>Power:</b>	MIL-C-38999, Series II, 8-98 Configuration		
<b>Keyload:</b>	MIL-C-551167/10A Compatible with KOI-18, KYK-13, CYZ-10 DS-101 and DS-102		
<b>Protocol:</b>	ICD-GPS-150 data interface and Trimble P(Y) protocol (TIPY); ICD-GPS-153 initialization (PLGR)		
ENVIRONMENTAL (Tested to DO-160D Standards)			
<b>DO-160D Environmental Test</b>	<b>Section</b>	<b>Paragraph</b>	
<b>Temperature &amp; altitude</b>	4	TA-12S B1*	Antenna D2
<b>In-flight loss of cooling</b>	4.5.4	Z**	-
<b>Temperature variation</b>	5	B	A
<b>Humidity</b>	6	A	B
<b>Vibration</b>	8	R(B, B1)	C
<b>Explosion</b>	9	X	X
<b>Waterproofness</b>	10	X	S
<b>Fluids</b>	11	X	P***
<b>Sand &amp; dust</b>	12	X	D
<b>Fungus</b>	13	X	F
<b>Salt spray</b>	14	X	S
<b>Magnetic effect</b>	15	Z	B
<b>Power input</b>	16	A(CF)	A
<b>Voltage spike conducted</b>	17	A	A
<b>Audio conducted susceptibility</b>	18	A(CF)	A
<b>Induced signal susceptibility</b>	19	Z	Z
<b>Radio frequency susceptibility</b>	20	TT	W
<b>Emission of radio frequency energy</b>	21	L	Z
<b>Lightning induced transient</b>	22	A3E3	X
<b>Lightning direct</b>	23	X	2A
<b>Icing</b>	24	X	C****
<b>Operational shock &amp; crash safety</b>	7	B	-
*Altitude modified to 51,000 ft. and includes Decompression and Overpressure			
**The TA-12 is convection cooled (does not require forced-air cooling). Section 4.5.4 Loss of Cooling is Category Z.			
***The antenna is tested for tolerance to solvents, de-icing fluid and hydraulic fluid.			
****The antenna operates with an ice coating of 0.050 inch.			
OPERATIONAL FEATURES			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• FAA TSO certified for SPS operations/JPO approved for PPS operations</li> <li>• JAA BRNAV compliant</li> <li>• AS/SA capable</li> <li>• Tracks all satellites in view</li> <li>• Receiver Autonomous Integrity Monitoring (RAIM)</li> <li>• FDE (Fault Detection Exclusion) IAW RTCA DO-229B</li> <li>• Certified for Oceanic/Remote IAW FAA N8110.60</li> <li>• WAGE/WAAS/EGNOS upgradeable</li> <li>• Requires no position initialization</li> </ul>			
<p>Note: U.S. Government policy restricts the sale of Precise Positioning Services (PPS) equipment to users who have been authorized access to the PPS by the U.S. Department of Defense. Non-U.S. authorized users must purchase PPS equipment through the Foreign Military Sales (FMS) process.</p> <p>Specifications subject to change without notice. Made in the USA.</p> <p>For more information on Trimble military products, please visit us at <a href="http://www.trimble.com/military">www.trimble.com/military</a></p>			

## Telecamera digitale

### Ipotesi A

#### **Soluzione con telecamera digitale fissa sincronizzata al sistema GPS**

Ci sono esperienze in corso che riportiamo ad esemplificazione e che necessitano di verifica a approfondimenti tecnici.

Video camera Sony 8 Digital Tape: consente la registrazione del video di volo, acquisito tramite un obiettivo interno al sistema laser; solidale dunque con il sistema stesso e connessa al sistema GPS di bordo.

L'obiettivo copre lo stesso angolo di vista del sistema laser, consente perciò di avere una ripresa video dell'area acquisita.

La telecamera registra inoltre su ogni frame le coordinate spaziali ed il tempo GPS: il video così ottenuto viene impiegato come documentazione e primo controllo sui dati.

Cfr: <http://www.helica.it/ita/tec/vidcot.asp>

### Ipotesi B

#### **Soluzione con telecamera digitale brandeggiabile, controllabile da remoto**

**Polytech Pixel 275 II** <http://www.polytech.se>

Is a high performance stabilized gimbal equipped with state of the art electro-optic sensors dedicated to a variety of civilian missions such as : search and rescue, law enforcement and civil surveillance. Cobolt 275 is designed around a six axis stabilization platform (4 active and 2 passive) thus providing the highest stabilization accuracy of its class. Cobolt 275 is build from high stiffness composite materials insuring the lowest

<b>Turret size</b>	275 mm (D) x 400mm (H)
<b>Weight</b>	11 kg typical
<b>Hand Controller Unit</b>	0.8 kg, 230 mm Height
<b>Control Unit</b>	253 mm x 142 mm, 3 kg
<b>Power supply</b>	18-32 VDC < 150 W
<b>Environmental</b>	RTCA-160D
<b>LOS Pan range</b>	360 degrees continuous
<b>LOS Elevation Range</b>	+20 / -120 degrees
<b>AZ/EL slew rate</b>	Up to 60 degrees/s
<b>Video tracker</b>	Multi mode auto tracker
<b>Stow</b>	Magnetically held in stow position



## 5 I VOLI TEST DI MAGGIO E LUGLIO 2006

### 5.1 LE ESIGENZE ESPRESSE DAI PARTNER DEL PROGETTO

Successivamente alla formalizzazione del partenariato e alla definizione del budget disponibile per la realizzazione dei diversi test, si è proceduto alla convocazione di un seminario tra i soggetti coinvolti nel progetto SkyArrow con l'obiettivo di identificare le diverse opzioni e proposte sui contenuti delle diverse missioni di interesse dei partner. Hanno partecipato al seminario rappresentanti dell'Università IUAV di Venezia, Regione Veneto Protezione Civile, Ministero LLPP - Magistrato alle Acque, CNR - ISMAR, Planetek Italia srl, Te.Ma. Snc

Obiettivo specifico è stato quello di acquisire i perimetri delle aree da sorvolare e i sensori da utilizzare in coerenza con gli intenti delle diverse missioni. Queste sono le indicazioni emerse nel corso della discussione, che hanno poi costituito la base per la definizione dei piani di volo per le diverse missioni.

IUAV

- Area nord di Bassano  
Monitoraggio/mappatura ad alta risoluzione dei terrazzamenti e della viabilità presenti sulle rive del fiume Brenta (acquisizioni con videocamera)
- Medio Brenta  
Monitoraggio della zona del a scopo esercitazione didattica (acquisizioni con videocamera)
- Comune di Venezia  
monitoraggio dell'evoluzione dell'urbanizzazione dell'area Marghera-Chirignago (immagini con camera nel visibile)
- Comune di Adria  
copertura e uso del suolo (sensore multispettrale e immagini con camera nel visibile)
- Romea e tangenziale  
sperimentazione utilizzo del sensore CO2 (gas analyzer)

Ministero LLPP - Magistrato alle Acque

- Laguna di Venezia  
monitoraggio dei cantieri del Mose alle Bocche di Porto
- Laguna di Venezia  
monitoraggio delle barene, discriminazione delle specie vegetali e rilevamento ad alta risoluzione della laguna veneta (sensore multispettrale per la discriminazione vegetazionale)
- Treviso nord  
monitoraggio delle discariche zona trevigiana (sensore termico+ multispettrale)

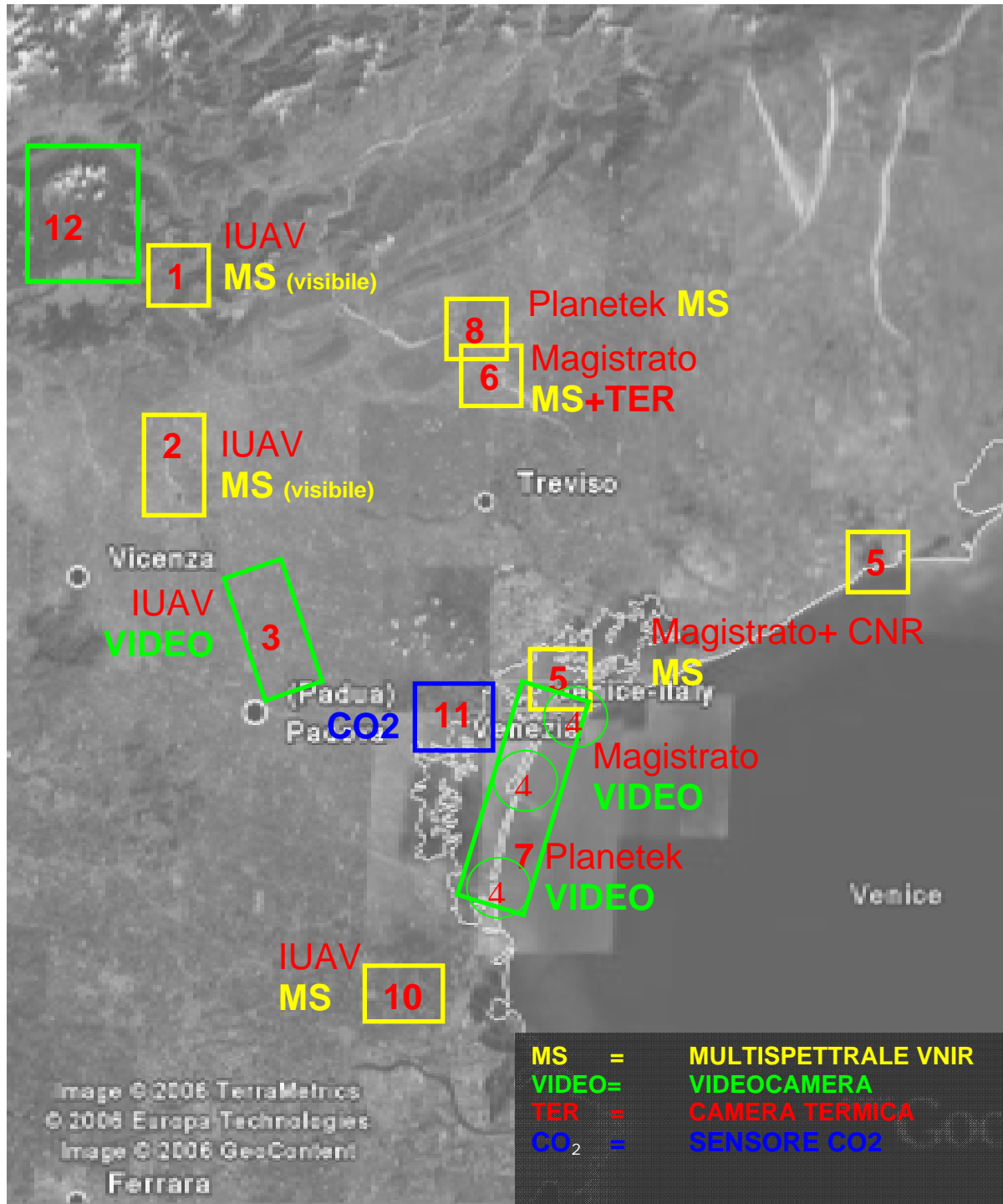
Planetek Italia srl

- litorale veneto  
monitoraggio delle aree costiere (acquisizioni con videocamera)
- Provincia di Treviso  
monitoraggio ad alta risoluzione di aree già oggetto di analisi nell'ambito del progetto GUS- hot spot della (sensore multispettrale)

Cnr-Ismar

- Laguna di Venezia  
monitoraggio delle aree costiere, barenali e lagunari, corridoio tra laguna e terraferma (sensore multispettrale)

## 5.2 LA PIANIFICAZIONE DEI VOLI



## AREA 1

Nord Bassano, Brenta, Valstagna



## AREA 2-3

Medio Brenta



**AREA 11**

Marghera – Chirignago, immissione Romea- Tangenziale

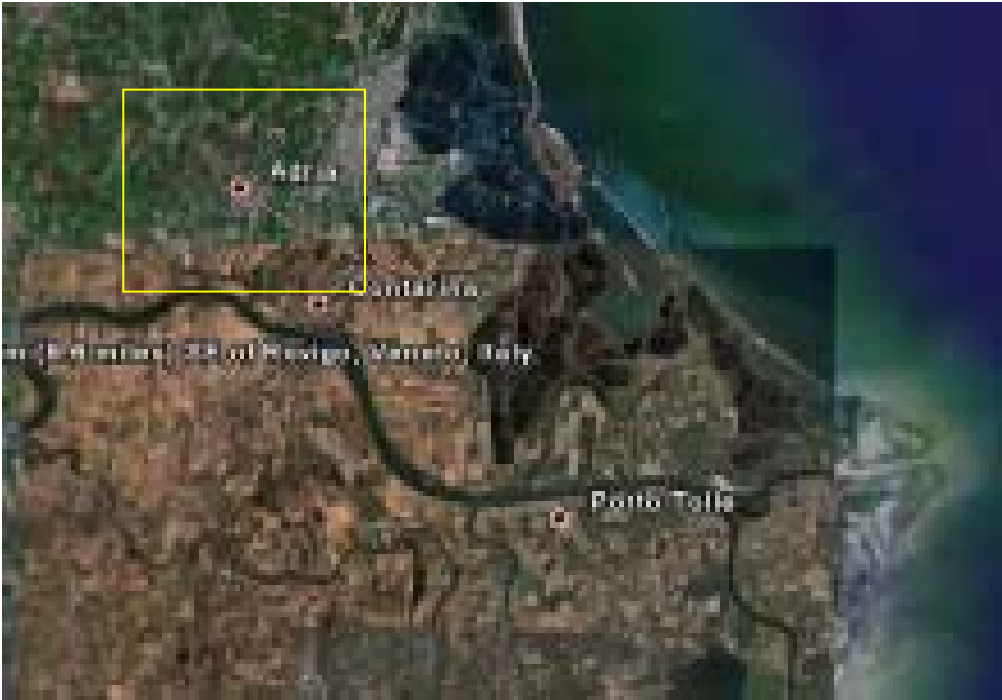


**AREE 4, 5, 7**  
Laguna/terraferma  
Veneziana, costa Lido,  
Mare

**AREE 6 – 8**  
TREVISO NORD - Piave



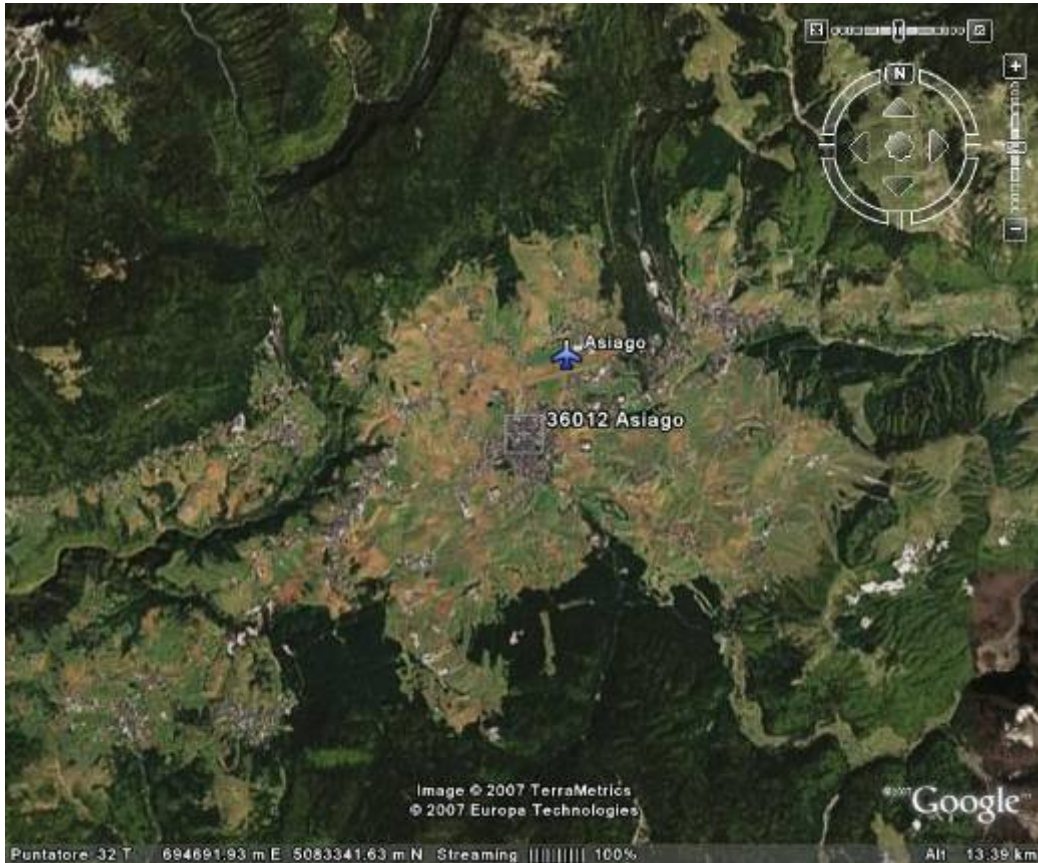
**AREE 10**  
IUAV- Adria



## AREE 11

PROTEZIONE CIVILE –REGIONE VENETO.

Monitoraggio flusso del traffico e assembramenti durante l'Adunata degli Alpini ad Asiago, maggio 2006



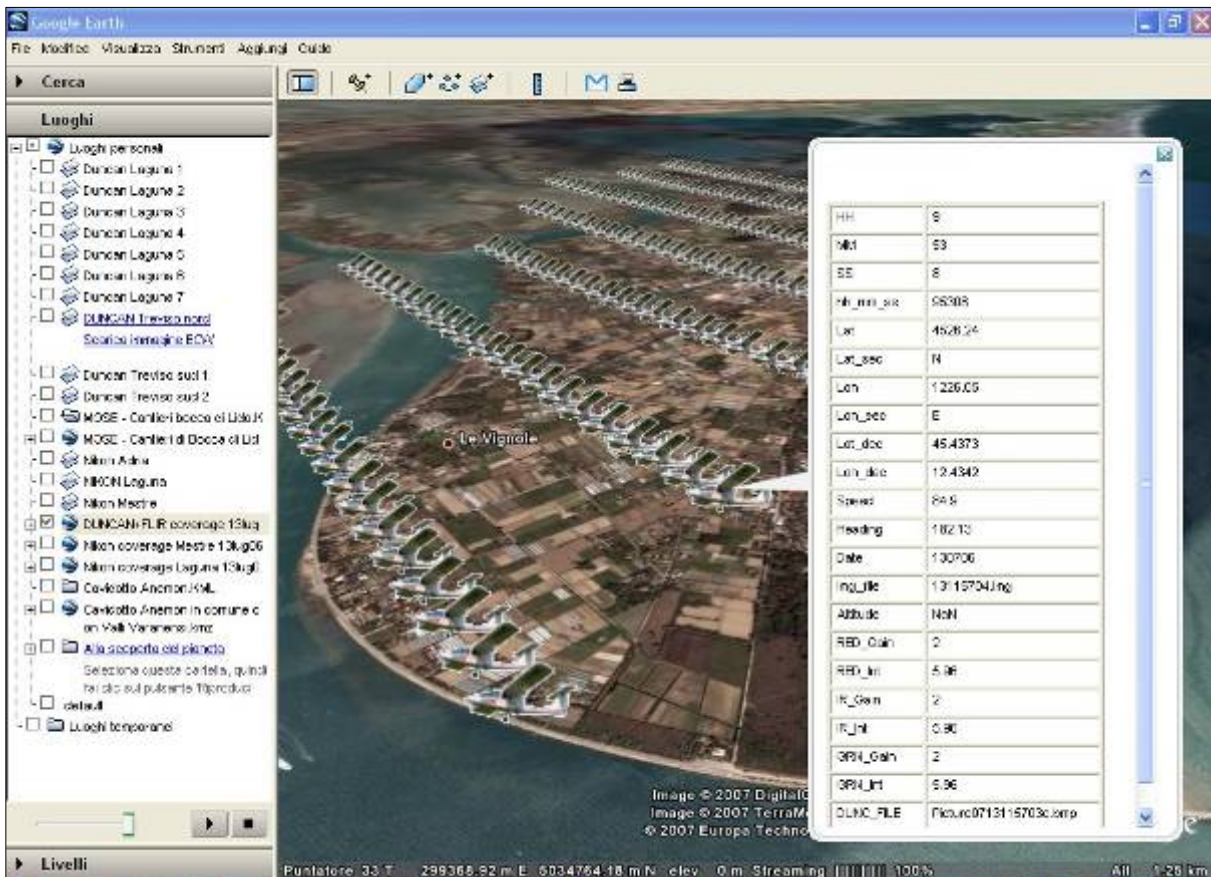
### 5.3 I TRACCIATI DEI VOLI

I voli effettuati durante la fase dei test hanno restituito i *log* della traccia GPS che contengono le informazioni associate a ciascuna immagine quali l'ora di scatto, le coordinate geografiche, la velocità, la direzione della prua e l'altitudine.

1	HH	MM	SS	Lat_dec	Lon_dec	Speed	Heading	Date	img_file	Altitude	DUNC_FILE
2	8	49	40	45.604429	12.264025	80.32	331.91	130706	13105336.img	1269.83	Picture0713105334c.bmp
3	8	49	44	45.605759	12.263046	81.33	333.55	130706	13105340.img	1269.83	Picture0713105339c.bmp
4	8	49	48	45.607113	12.262081	82.39	332.87	130706	13105344.img	1269.83	Picture0713105343c.bmp
5	8	49	52	45.608461	12.261048	82.89	330.23	130706	13105348.img	1269.83	Picture0713105347c.bmp
6	8	49	56	45.609768	12.259892	83.34	326.12	130706	13105352.img	1269.83	Picture0713105351c.bmp
7	8	50	0	45.611041	12.258640	83.75	325.05	130706	13105356.img	1262.188	Picture0713105355c.bmp
8	8	50	4	45.612302	12.257365	83.4	324.38	130706	13105400.img	1269.83	Picture0713105359c.bmp
9	8	50	8	45.613549	12.256080	83.05	323.8	130706	13105404.img	1272.776	Picture0713105403c.bmp
10	8	50	12	45.614784	12.254777	82.99	323.09	130706	13105408.img	1269.83	Picture0713105407c.bmp
11	8	50	16	45.616013	12.253455	83.32	322.87	130706	13105412.img	1269.83	Picture0713105411c.bmp
12	8	50	20	45.617237	12.252125	83.1	322.72	130706	13105416.img	1269.83	Picture0713105415c.bmp
13	8	50	24	45.618467	12.250824	82.65	324.68	130706	13105420.img	1269.83	Picture0713105419c.bmp
14	8	50	28	45.619751	12.249667	81.51	331.36	130706	13105424.img	1288.532	Picture0713105423c.bmp
15	8	50	32	45.621109	12.248778	80.22	339.48	130706	13105428.img	1269.83	Picture0713105428c.bmp
16	8	50	36	45.622525	12.248197	79.3	348.19	130706		1269.83	
17	8	50	40	45.623967	12.247856	78.85	353.09	130706		1269.83	
18	8	50	44	45.625426	12.247699	79.46	357.56	130706		1269.83	
19	8	50	48	45.626908	12.247645	80.44	359.08	130706		1269.83	
20	8	50	52	45.628405	12.247653	81.13	1.49	130706		1293.122	
21	8	50	56	45.629906	12.247743	81.22	3.52	130706		1293.072	
22	8	51	0	45.631403	12.247904	81.03	5.02	130706		1293.072	
23	8	51	4	45.632896	12.248097	81.12	5.33	130706		1293.072	
24	8	51	8	45.634396	12.248307	81.82	6.08	130706		1293.072	
25	8	51	12	45.635916	12.248552	83.41	6.71	130706		1293.072	
26	8	51	16	45.637461	12.248812	84.55	6.8	130706		1293.072	



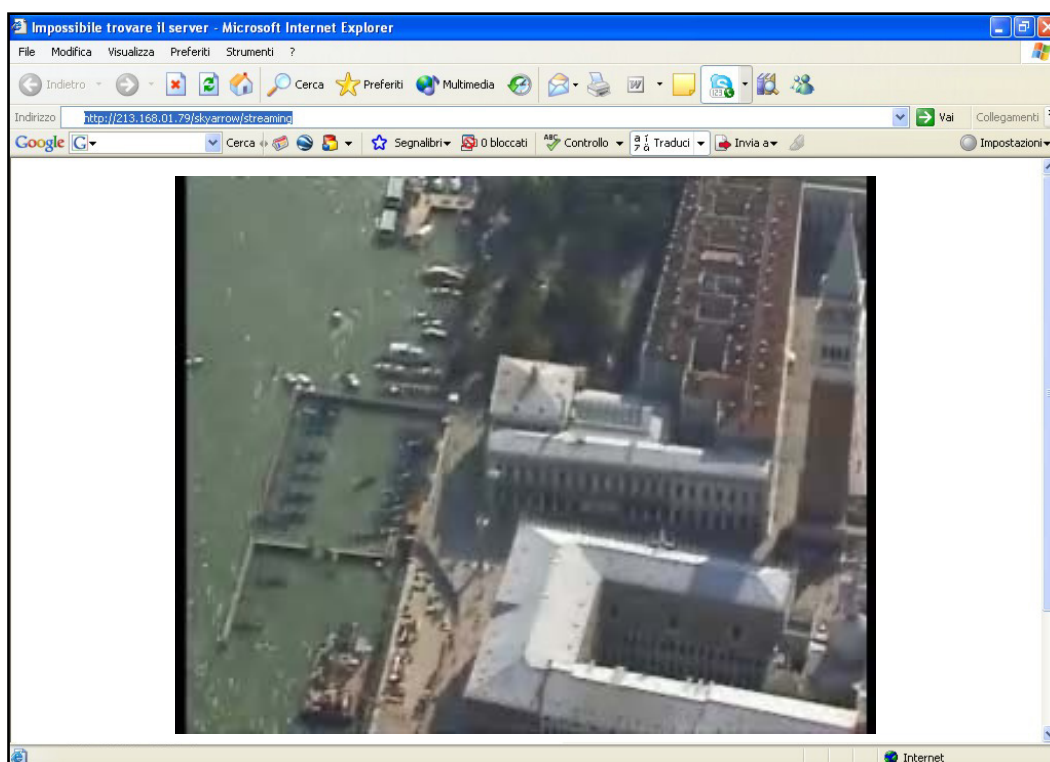
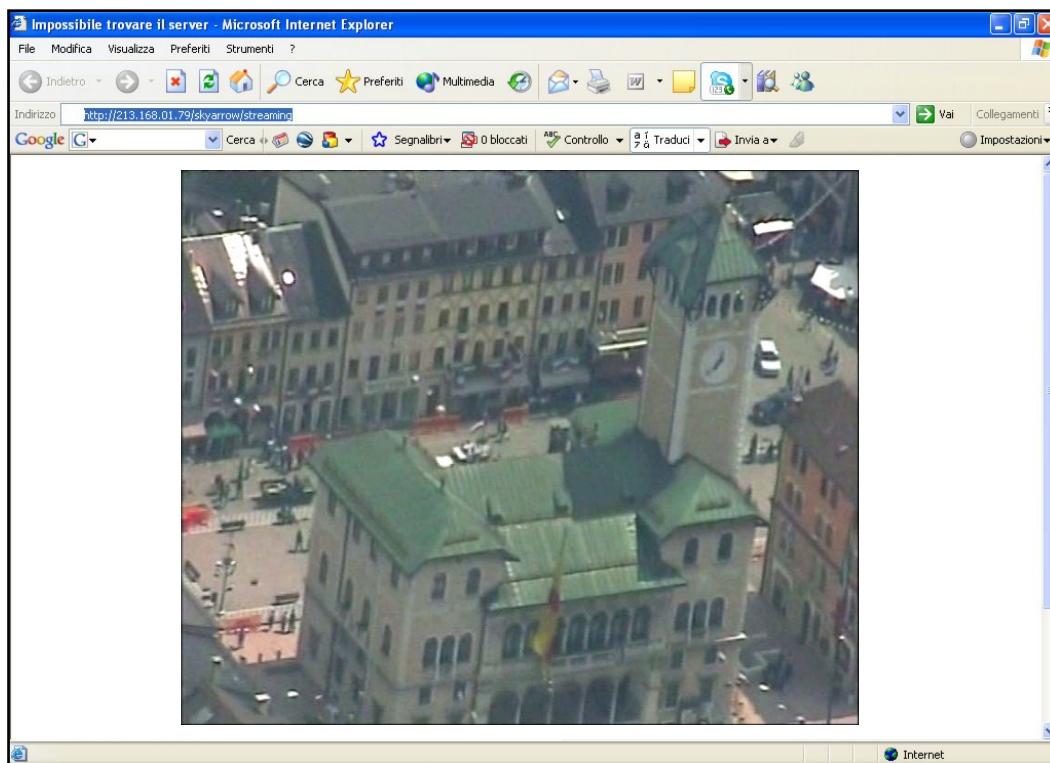
*Il log restituito dal GPS a bordo e la mappatura delle strisciate relative ai singoli punti di scatto riferita ad una delle aree test*

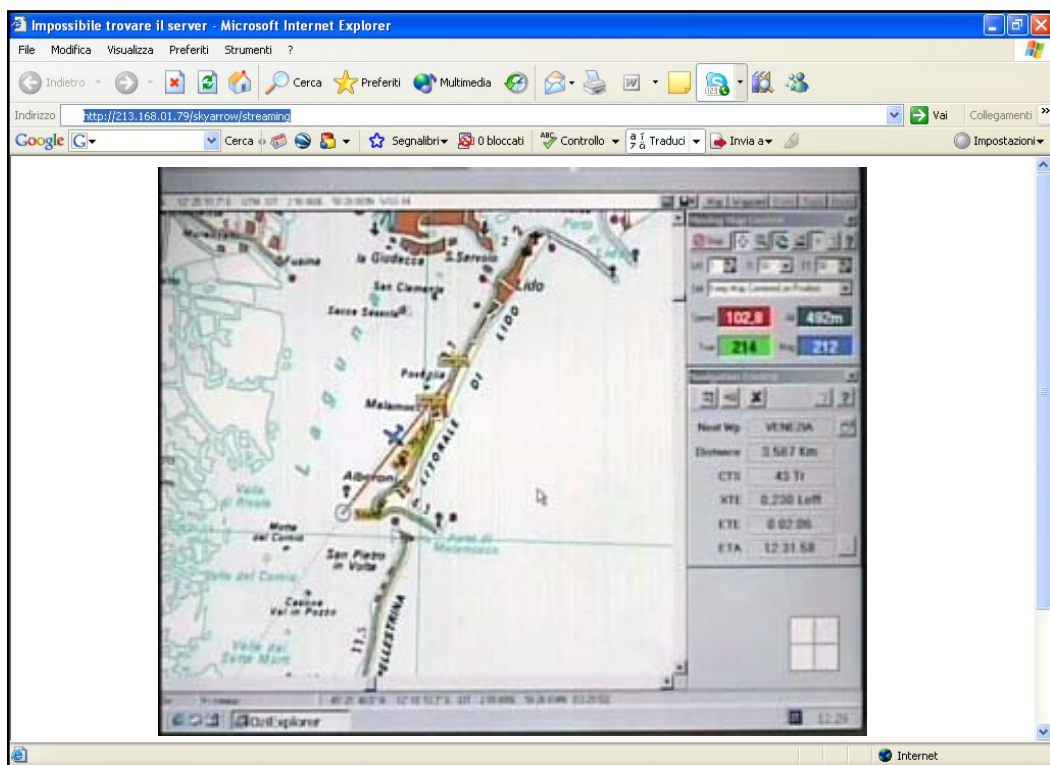
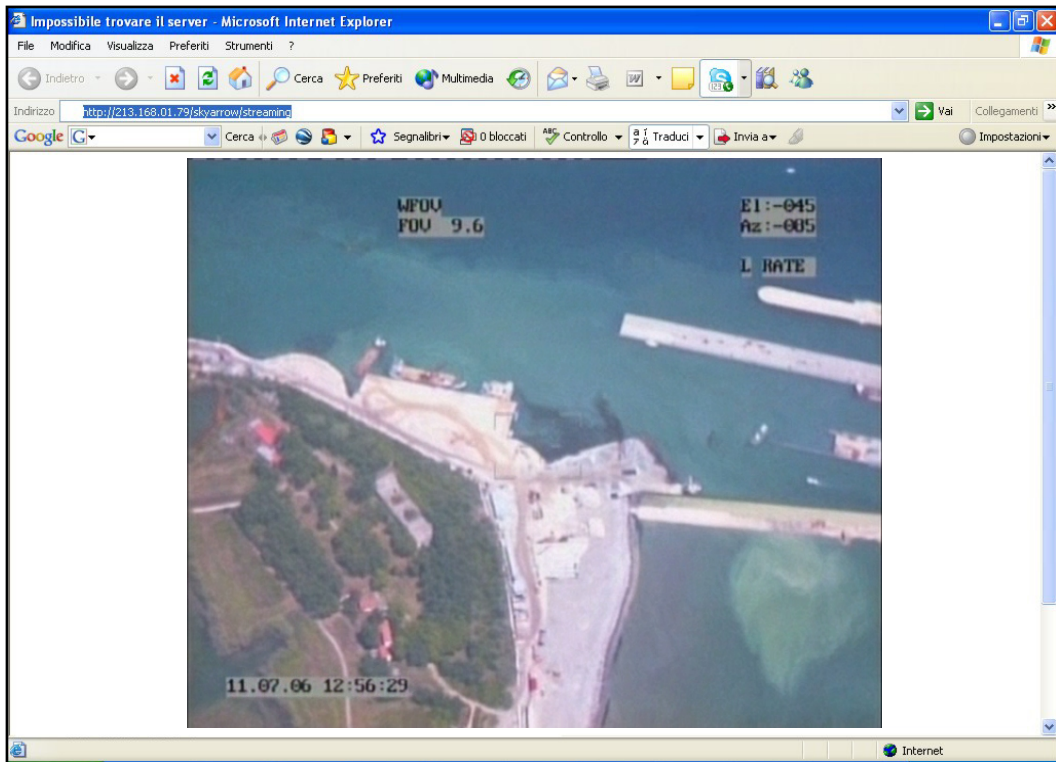


La traccia dei voli sull'area della Laguna Veneta e la pubblicazione delle strisciate in Google Earth

## 5.4 I FILMATI

I filmati registrati sono stati acquisiti nelle aree dell'Altopiano di Asiago nell'ambito della Adunata degli Alpini 2006 per conto della Protezione Civile della Regione Veneto; nel Canale ed Asta del medio Brenta per conto dello IUAV; nei Lidi della Laguna con le tre bocche di porto e i cantieri del Mose per conto del Magistrato alle Acque e infine a Venezia centro storico e sono disponibili in formato digitale su supporto DVD.





*In questa pagina le immagini tratte dal flusso video trasmesso dallo Sky Arrow e distribuite via web in tempo reale con la collaborazione dell'Associazione Radioamatori Italiani della sezione di Venezia, del Comune di Venezia e di Venis Spa. Immagini relative al cantiere del Mo.SE. e la schermata del tracking del velivolo su OziExplorer. Nella precedente le riprese effettuate durante l'Adunata degli Alpini del maggio 2006 e uno dei voli sulla Laguna di Venezia.*

## 5.5 I FILMATI IN TEMPO REALE SUL WEB

Nel mese di maggio 2006 l'ARI ha partecipato alla adunata degli alpini in Asiago su richiesta del Dipartimento della Protezione civile della Regione Veneto, per assicurare collegamenti radio di backup alla rete radio sanitaria, è stato un impegno notevole sia per le forze messe in campo dall'ARI Comitato Regionale Veneto con circa 70 radioamatori impiegati per oltre una settimana, che per l'impiego di postazioni Amateur TeleVision per il monitoraggio delle situazioni della viabilità ecc. Nei pressi della nostra postazione regia a bordo del camper era parcheggiato anche un furgone con del personale indaffarato ad installare apparati ed antenne e la cosa ci incuriosiva non poco. Infatti a bordo del furgone c'erano attrezzature elettroniche per la ricezione di trasmissioni video da aereo, chiaramente in queste occasioni si fa subito amicizia e tra l'altro uno dei tecnici di "Iniziative Industriali Italiane Spa" era come noi un radioamatore e così, tra uno scambio di cavi e di spinotti, ci hanno dato il segnale video elaborato dal loro sistema.



Al centro operativo di coordinamento della Protezione Civile, presso l'osservatorio astronomico di Asiago, potevamo così alternare le immagini che ci arrivano dalle postazioni video portatili e mobili delle nostre squadre, con le spettacolari riprese aeree.



*Le immagini di Sky Arrow nella sala di controllo della Protezione Civile durante l'Adunata degli Alpini del maggio 2006*

Non mancava tra la nostra attrezzatura anche un PC portatile munito di scheda di acquisizione video e poiché c'era a disposizione una linea ADSL con IP Statico, abbiamo pensato bene di sfruttare questa opportunità per attivare un collegamento "streaming video" su rete internet. Verificato il corretto funzionamento, ci siamo messi in contatto con il responsabile del servizio documentazione del Dipartimento di Protezione Civile di Roma con il quale avevamo collaborato in Sicilia durante l'esercitazione internazionale "Eurosot2005". Dicendogli: Mario, collegati a questo indirizzo IP che ti trasmettiamo in diretta l'adunata degli alpini e cosa si vede dall'alto. Lo spettacolo era indubbiamente assicurato, ed anche per i tecnici di Skyarrow l'idea buttata lì all'ultimo momento fu motivo di grande soddisfazione. Durante queste fasi concitate arrivarono due signori accompagnati dal dott. Bianchini della Regione: erano il dott. Medici e il prof. Di Prinzio dello IUAV, commissionari della sperimentazione dello SKYArrow per gli scopi di Protezione Civile e monitoraggio del territorio, con i quali abbiamo intrattenuto una simpatica discussione descrivendo il funzionamento delle nostre attrezzature. Abbiamo continuato poi nei giorni seguenti con le nostre attività prettamente di radiocomunicazione per l'assistenza radio, di per sé non ritenevamo di aver fatto niente di straordinario ma solo applicato le nostre conoscenze a ciò che la tecnologia attuale ci metteva a disposizione.

Passò un mesetto circa quando fui contattato dal prof. Di Prinzio che mi chiese se potevamo dargli un supporto perché avevano l'intenzione di replicare quanto avevamo fatto ad Asiago. E così mettemmo in piedi due squadre una composta da Michele Del Pup-I3MDU e Francesco Carraro-IW3GSH che si sarebbero incaricati di installare il sistema ricevente ATV (Amateur TeleVision) in banda 5.7 GHz presso il CED del Comune di Venezia (è stata anche l'occasione per scoprire che i 10 GHz che usiamo solitamente non passano attraverso il vetrocamera), mentre Claudio Fenzo-IK3GHW ed io dal Lido di Venezia avremmo gestito il sistema trasmettente utilizzando il segnale video digitale ricevuto dal furgone con l'impianto di inseguimento dell'aereo.

In pratica è stato realizzato un semplice link in banda SHF tra due punti fissi: il furgone parcheggiato sul lungo laguna del Lido di Venezia ed il CED di Venis S.p.a. utilizzando lo standard TV-FM satellitare.

Dedicammo tre giornate per questa attività e non ci furono problemi di sorta, una volta eseguito il puntamento millimetrico per la portata ottica tra le due postazioni, anche perché queste tecnologie con il mio gruppo di radioamatori veneziani le applichiamo nella protezione civile sin dai primi anni '90, ed abbiamo acquisito una discreta conoscenza, c'è poi da notare che questi apparati sono progettati e costruiti da noi stessi.

Le immagini di elevata qualità venivano ricevute a Roma, allo IUAV e all'ufficio stampa del Comune attraverso la rete internet in un gruppo chiuso, l'unico problema che si ha con questo genere di collegamenti sta nel fatto che l'elaborazione del segnale video e la successiva trasmissione tramite internet subisce un ritardo che si aggira attorno alla diecina di secondi rispetto l'evento reale, e per determinati impieghi è bene tenerlo presente. In ogni caso è tutto migliorabile in rapporto ai supporti trasmissivi disponibili.

## 5.6 LE IMMAGINI ACQUISITE NEL MULTISPETTRALE, NEL TERMICO E NEL VISIBILE

Il volo test del 13 luglio 2006 ha riguardato le seguenti aree e la configurazione Rawas/Era settore B ha prodotto le immagini ad alta risoluzione nello spettro del visibile, infrarosso e termico:

- laguna di Venezia: multispettrale termico e visibile;
- area di Treviso nord: multispettrale e termico;
- area di Treviso sud: multispettrale e termico;
- area di Mestre: visibile;
- area di Adria: visibile.

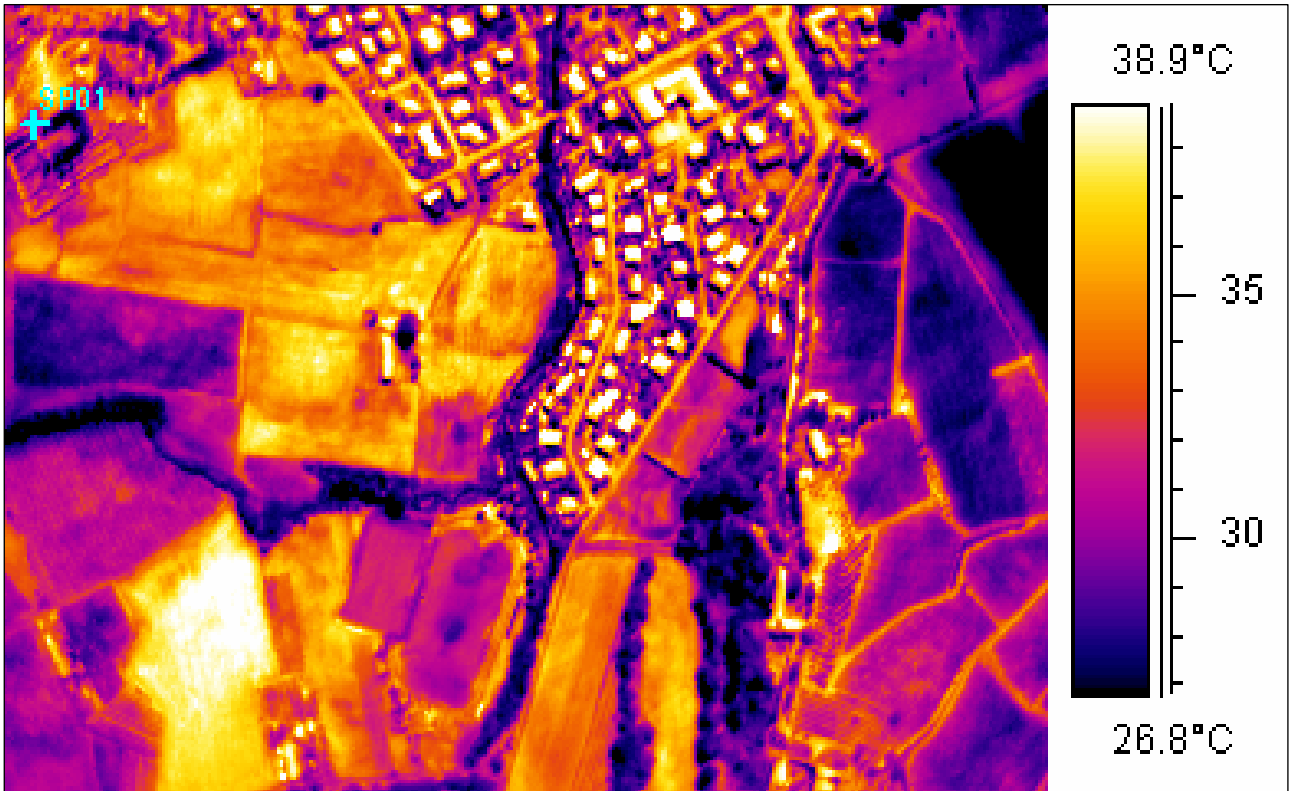
I sensori utilizzati sono:

- la camera DUNCAN che ha ripreso le scene nel multispettrale rispettivamente nelle bande corrispondenti al verde, rosso e infrarosso vicino;
- la camera FLIR che ha ripreso le scene nell'infrarosso termico;
- la camera NIKON D1 che ha ripreso le scene nello spettro del visibile.

Le immagini sono state acquisite seguendo strisciate parallele sul territorio e sono state consegnate in vari formati grafici (BMP, CSV, IMG), non sono georiferite e non sono calibrate radiometricamente.



*Un esempio di immagine multispettrale (NIR 4-3-2) nell'area della Laguna a Sant'Erasmus*



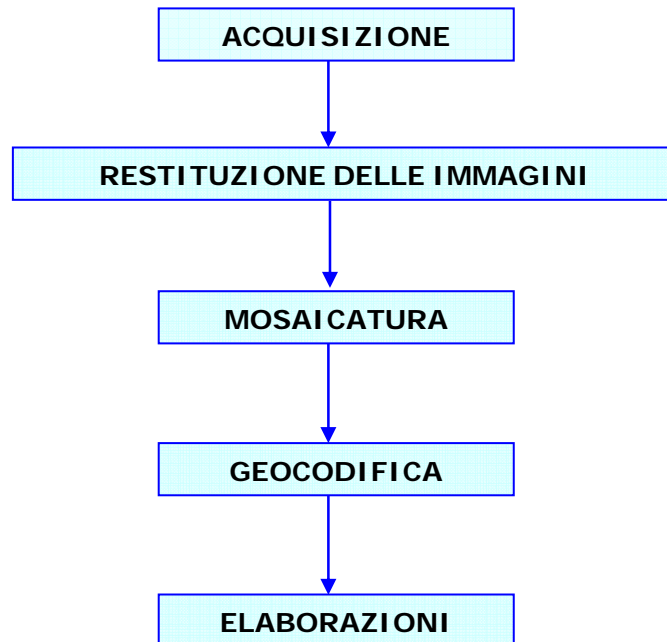
*Un esempio di immagine nell'infrarosso termico nell'area di Cavallino - Treporti*



*Un esempio di immagine nel visibile nell'area di Marghera Villabona*

## 6 ELABORAZIONI DEI DATI

Le elaborazioni sulle immagini prodotte nelle aree test del 13 luglio 2006, sono state strutturate sulla base dei seguenti passaggi:



Nel dettaglio la procedura parte dalla mappatura in ambiente GIS delle tracce dei voli, la selezione delle immagini associate ad ogni strisciata e la mosaicatura delle immagini per ogni strisciata. Conseguentemente avviene la geocodifica mediante l'individuazione di GCP (Ground Control Point) e la calibrazione radiometrica dell'immagine risultante.

Le strisciate sono state poi compresse e salvate nel formato Ecw e pubblicate in ambiente *Google Earth*.

Le calibrazioni radiometriche sono state effettuate con software di *image processing* apportando un aumento di contrasto pari al 50% e di luminosità pari al 15%.

Le risoluzioni geometriche delle strisciate, una volta georiferite, sono risultate essere pari a:

- m 0,70 per le riprese Duncan multispettrali;
- m 0.50 per le riprese Nikon visibile;
- m 3.3 per le riprese nell'infrarosso termico.

## 6.1 STRUMENTI UTILIZZATI

In questa fase del lavoro sono stati utilizzati alcuni strumenti in versione demo o educational al fine di verificare l'efficacia dei software.

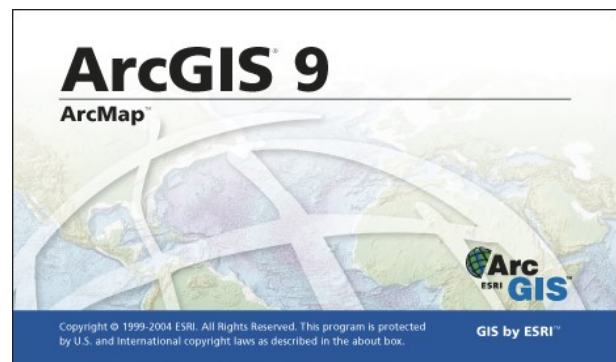
La mosaicatura delle immagini per la ricostruzione delle strisciate sono state messe a punto con il software **PTGui** (**P**anorama **T**ools **G**raphical **U**ser **I**nterface - <http://www.ptgui.com>) che consente di mosaicare in maniera semi-automatica una serie di scatti contigui e che devono presentare (come pre-requisito) una buona sovrapposizione (almeno il 50%). Nel caso delle immagini restituite dallo Sky Arrow la sovrapposizione superava il 60%.

L'operazione di geocodifica è stata testata su più strumenti, tra i quali GlobalMapper (<http://www.globalmapper.com>) e ArcGIS 9 – ESRI (<http://www.esri.com>).

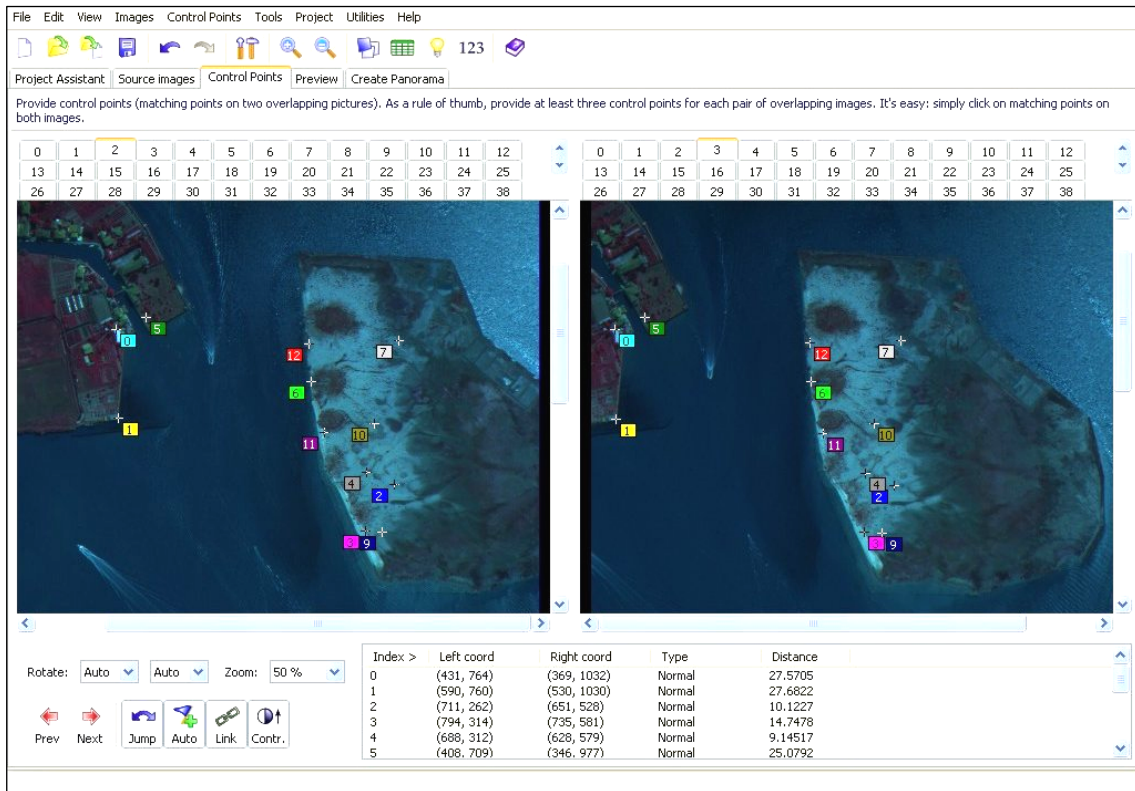
Le operazioni di estrazione degli oggetti e classificazione object-oriented delle strisciate sono state testate con il software eCognition Professional Trial (<http://www.definiens.com>).

NOME SOFTWARE	OPERAZIONI PRINCIPALI	VERSIONE	RISULTATI OTTENUTI
PTGui 6.0.3	Mosaicatura delle immagini	<i>Trial</i>	Molto buoni
GlobalMapper 8.0	Geocodifica	<i>Demo</i>	Buoni
ArcMap 9.1 - <i>ESRI</i>	Geocodifica e pre-processing	<i>Demo</i>	Molto buoni
ECognition Professional 4.0 <i>Definiens</i>	Segmentazione e classificazione	<i>Trial</i>	Ottimi

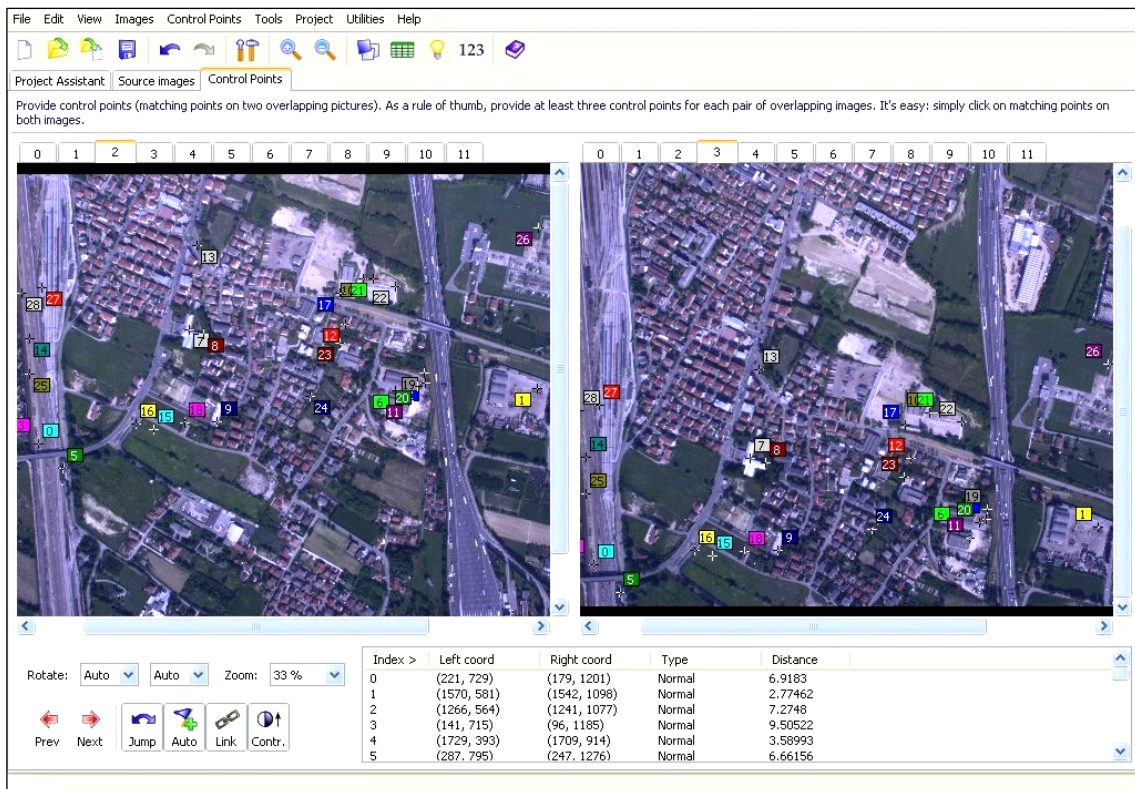
*La tabella serve per verificare e testare le potenzialità dei software in previsione di un effettivo acquisto nel servizio erogabile dallo Spin-Off*



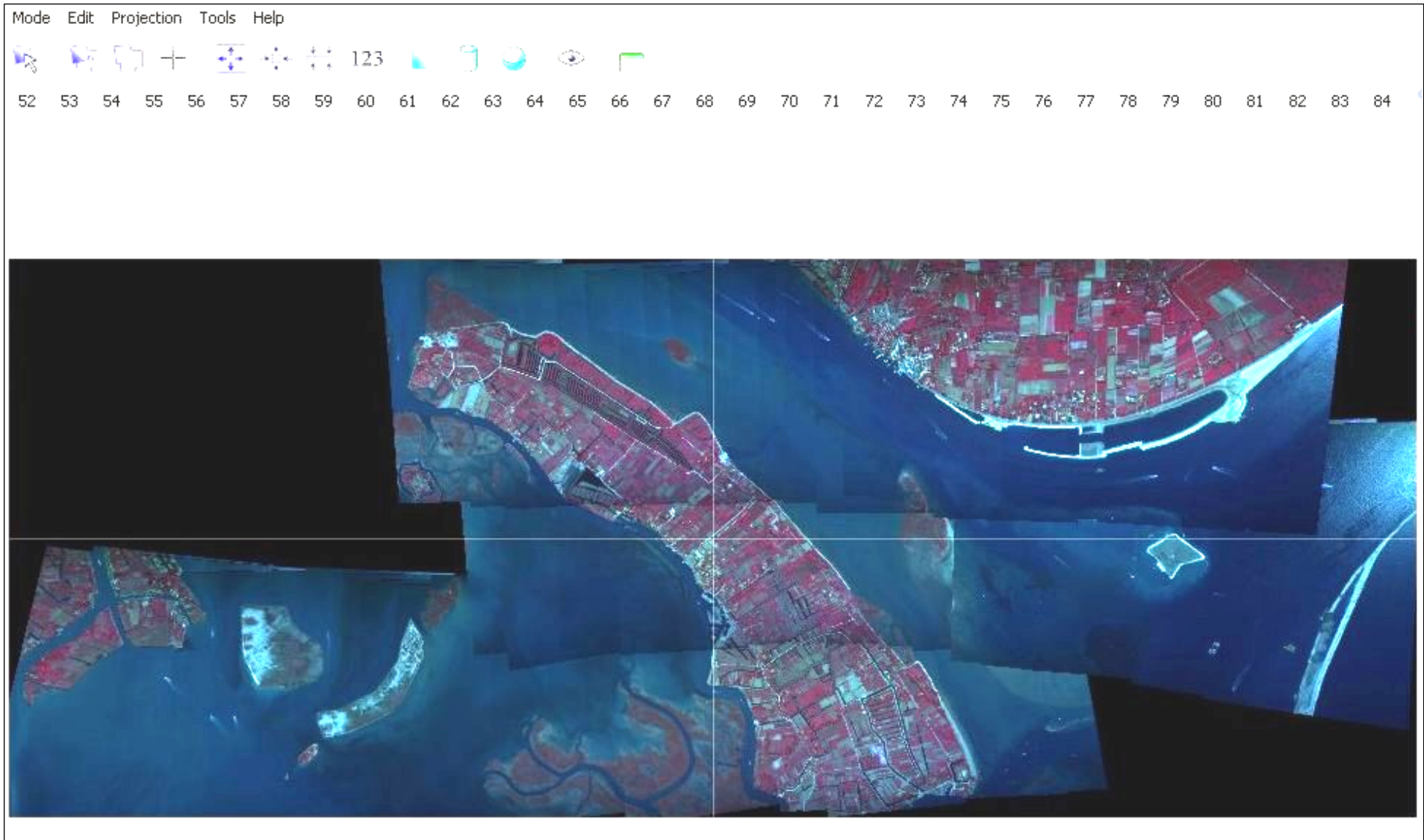
## 6.2 LA MOSAICATURA



*Esempio di due immagini contigue e scelta dei punti di controllo (area Laguna)*



*Esempio di due immagini contigue e scelta dei punti di controllo (area Mestre)*



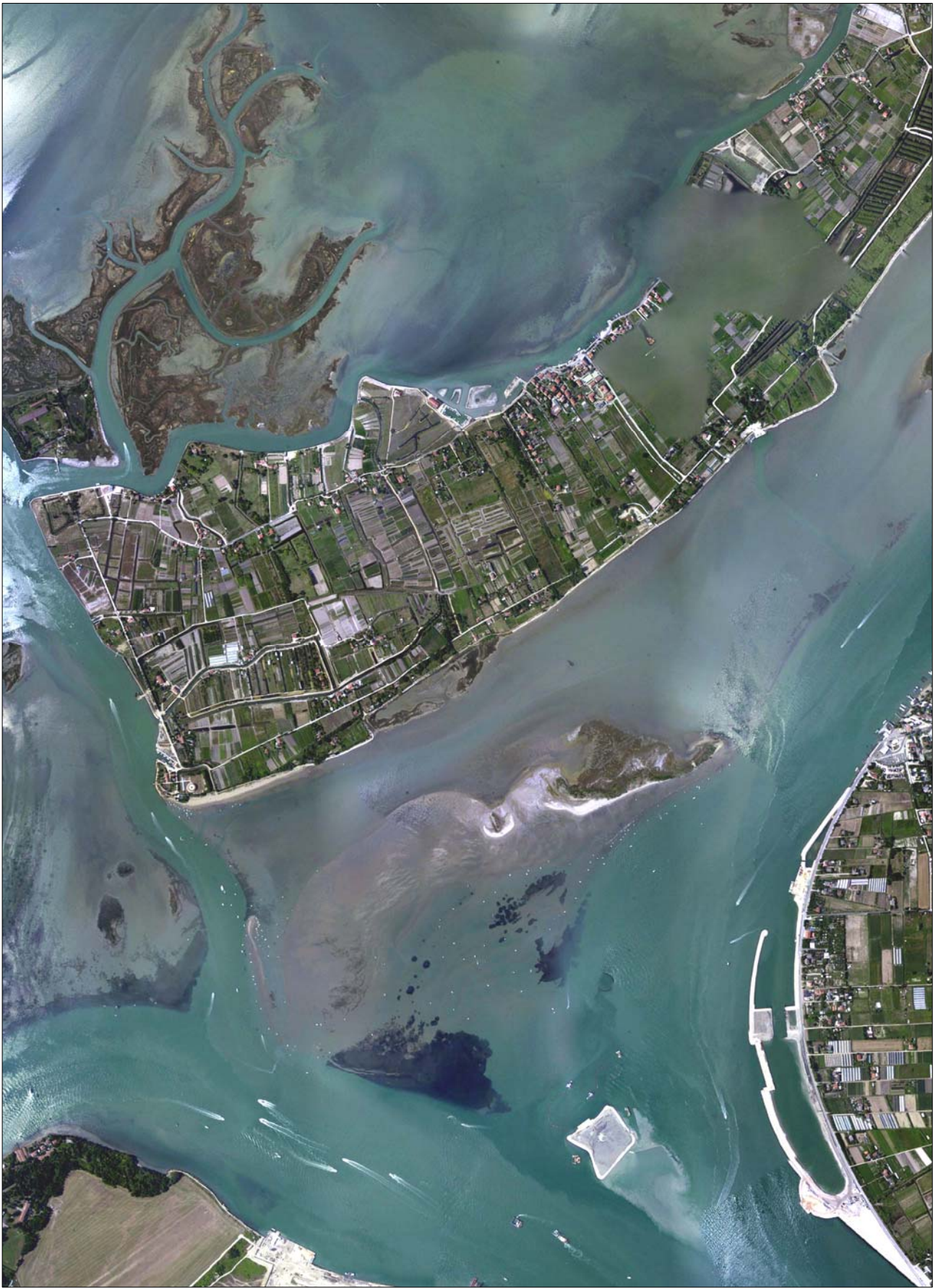
***ESEMPIO DI RICOSTRUZIONE DI 3 STRISCIAE*** (Bocca di Lido – S.Erasmo)



*Una strisciata della ripresa multispettrale nella laguna di Venezia  
(area Cavallino Treporti)*



*Due strisciate della ripresa multispettrale nella laguna di Venezia*



*Una strisciata della camera visibile nella laguna di Venezia  
(area Sant'Erasmus e Bocca di Lido)*



*Una strisciata della camera visibile ad Adria*



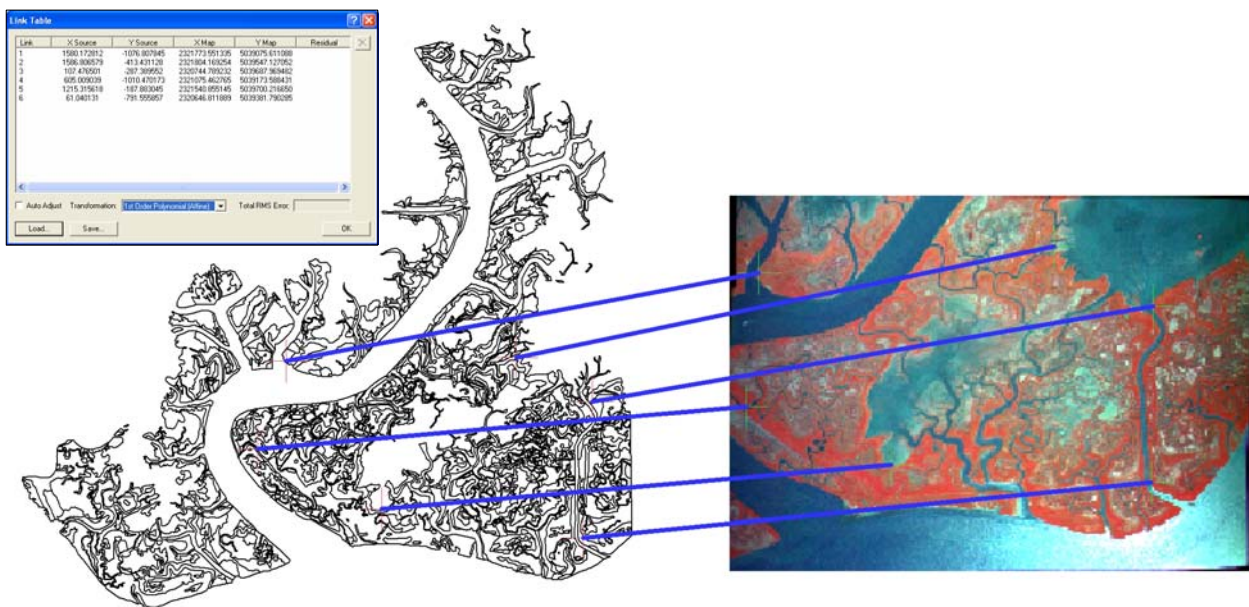
*Una strisciata della camera visibile a Mestre*

### 6.3 LA GEOCODIFICA

La geocodifica è stata eseguita assegnando a ciascuna strisciata un numero variabile di GCP (Ground Control Point) da un minimo di 6 punti ad un massimo di 10.

La tecnica dei GCP avviene mediante il riconoscimento di punti ben riconoscibili e stabili sul terreno e l'assegnazione di una relazione biunivoca tra le coordinate *Grid* nell'immagine nativa e le coordinate geografiche in un determinato sistema di riferimento cartografico.

I livelli informativi di riferimento per l'individuazione dei GCP sono stati in alcuni casi l'ortofoto a colori IT2000 della Regione Veneto nel sistema UTM32-WGS84 e, in altri casi, alcuni strati vettoriali nel sistema Gauss-Boaga MonteMario fuso Est (es: Laguna).



Una volta individuati e assegnati i GCP e, prima di procedere al raddrizzamento e al ricampionamento delle immagini, è stato verificato lo scarto in metri.

Il raddrizzamento in alcuni casi è stato effettuato utilizzando una trasformazione affine (polinomiale di 1° ordine). In altri casi è stata operata una trasformazione polinomiale di 2° ordine, laddove l'RMS (errore quadratico medio) superava 2 volte la deviazione standard ( $\sigma$ ) del valore della risoluzione spaziale finale.

Il metodo di ricampionamento scelto è stato il *nearest neighbour*.

In previsione dell'acquisizione futura di immagini in territori non pianeggianti (come quelli presenti in questa fase del test) può essere presa in considerazione l'operazione di ortorettifica (al posto della geocodifica) utilizzando, allo scopo, modelli digitali del terreno acquisiti contestualmente alle riprese all'interno della stessa missione di volo.

Image Rectifier (NIKON\_MESTRE.JPG)

File Options

Entire Image      Zoomed View (Click for Pixel Coordinates)      Reference Images (Load into Main View First)

Ground Control Point (GCP) Entry

Pixel X: 992.1192015317    X/Easting/Lon: 749224.0451489    Add GCP to List

Pixel Y: 2419.936798172    Y/Northing/Lat: 5041990.631037    Update Selected GCP

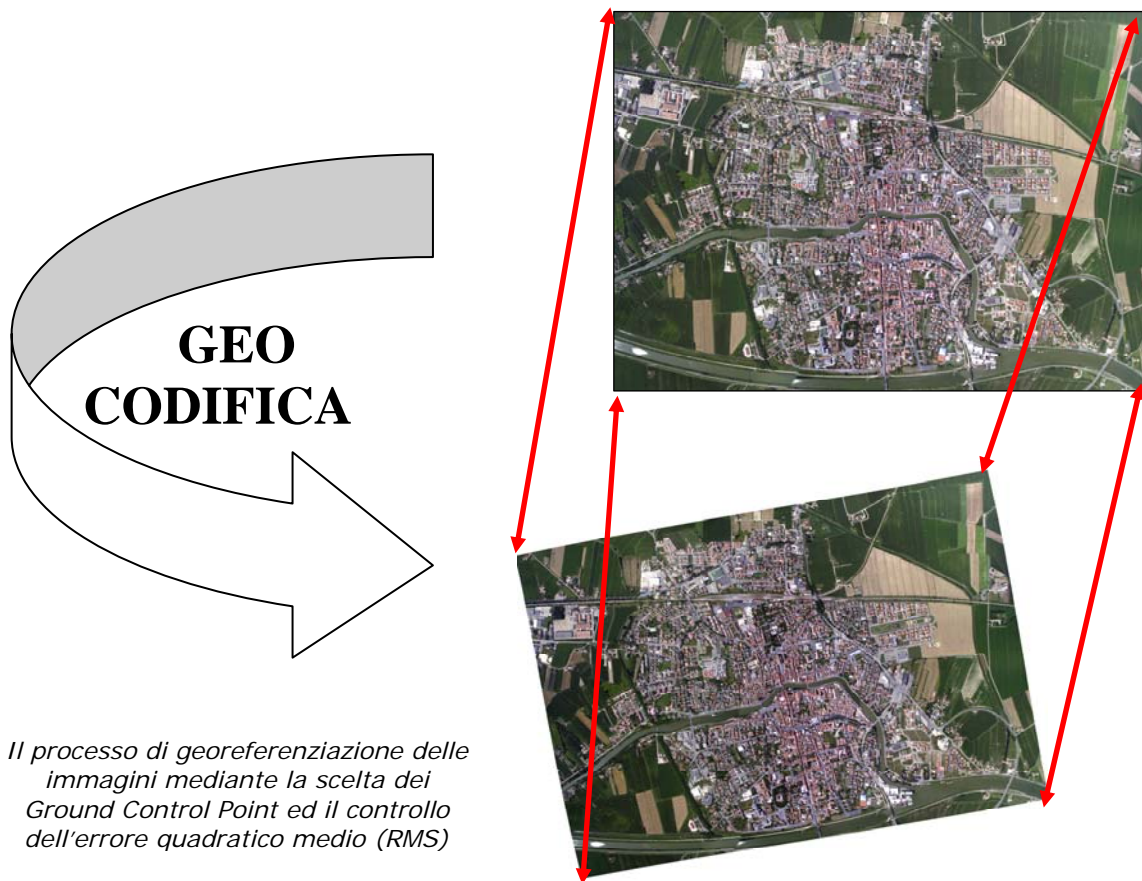
Ground Control Point (GCP) Projection

UTM Zone 32 / WGS84 / meters    Select Projection ...

Ground Control Points (Double-click to Center on GCP)

Point Name	Pixel X	Pixel Y	Projected X	Projected Y	Longitude	Latitude	Error	Delete
Point 1	1780.26	2381.49	749810.715	5042186.245	12° 11' 48.76" E	45° 29' 18.44" N	0.00	
Point 2	1677.74	1164.04	749476.303	5043078.495	12° 11' 35.01" E	45° 29' 47.74" N	0.00	
Point 3	1408.62	395.125	749117.624	5043610.602	12° 11' 19.48" E	45° 30' 05.41" N	0.00	
Point 4	934.451	1016.67	748900.839	5043035.138	12° 11' 08.45" E	45° 29' 47.07" N	0.00	
Point 5	992.119	2419.94	749224.045	5041990.631	12° 11' 21.41" E	45° 29' 12.86" N	0.00	

OK    Cancel    Help



## 6.4 LA CLASSIFICAZIONE

Nel processo della interpretazione delle immagini prodotte dallo Sky Arrow si è cercato di seguire un nuovo approccio metodologico dato dalla classificazione **object-oriented**.

La classificazione di immagini telerilevate *object-oriented* si basa sull'attribuzione di una determinata categoria tematica a oggetti geometrici (poligoni) generati tramite segmentazione dell'immagine grezza. I seguenti paragrafi mostrano il contributo offerto dal software *eCognition* che sembra superare in maniera intelligente il tradizionale e limitato approccio *pixel-oriented*.

Per un lungo periodo il tema della classificazione era affidato alla fotointerpretazione manuale, con i limiti riconosciuti che essa comporta (riconoscimento soggettivo delle classi tematiche, costo elevato del processo operativo, ecc.). Successivamente sono stati sviluppati e sperimentati nuovi sistemi di classificazione automatica (*unsupervised*) o semi-automatica (*supervised*) i quali permettono di derivare l'informazione tematica ricercata senza o con minimo contributo manuale del fotointerprete (Franklin, 2001).

Nella pratica operativa i metodi di classificazione automatica o semi-automatica stentano però a sostituire la fotointerpretazione manuale proprio a causa dell'approccio *pixel-oriented* impiegato: l'uso/copertura del suolo è identificato per ogni pixel dell'immagine e, le relative cartografie prodotte tendono ad apparire meno leggibili rispetto a quelle tradizionalmente prodotte per fotointerpretazione.

Nell'approccio *object-oriented*, la classificazione ha per oggetto i poligoni vettoriali generati tramite un processo di segmentazione dell'immagine grezza e il risultato finale è di natura vettoriale, in contrapposizione a quello raster derivante dall'approccio per pixel. In questo senso, il prodotto è più vicino alle aspettative degli utenti finali ed ai canoni standard tradizionali della cartografia tematica.

La segmentazione implementata nell'ambiente *eCognition* è di tipo *bottom-up*: i pixel dell'immagine originaria vengono aggregati in una serie di passaggi successivi fino a quando i poligoni creati non hanno caratteristiche corrispondenti a quelle definite dall'operatore. La procedura tende alla minimizzazione dell'**eterogeneità spettrale** di ciascun poligono derivata dai valori di *digital number* dei pixel inclusi e sulla base dell'**eterogeneità geometrica** dipendente dalla forma dei poligoni creati (Baatz, 2001).

L'eterogeneità spettrale ( $h_s$ ) di ciascun poligono generato con il processo di segmentazione è calcolata quale somma pesata delle deviazioni standard dei valori di *digital number* di ciascuna banda spettrale disponibili rilevati per ciascuno dei pixel inclusi nel poligono:

$$h = \sum_c w_c \cdot \sigma_c$$

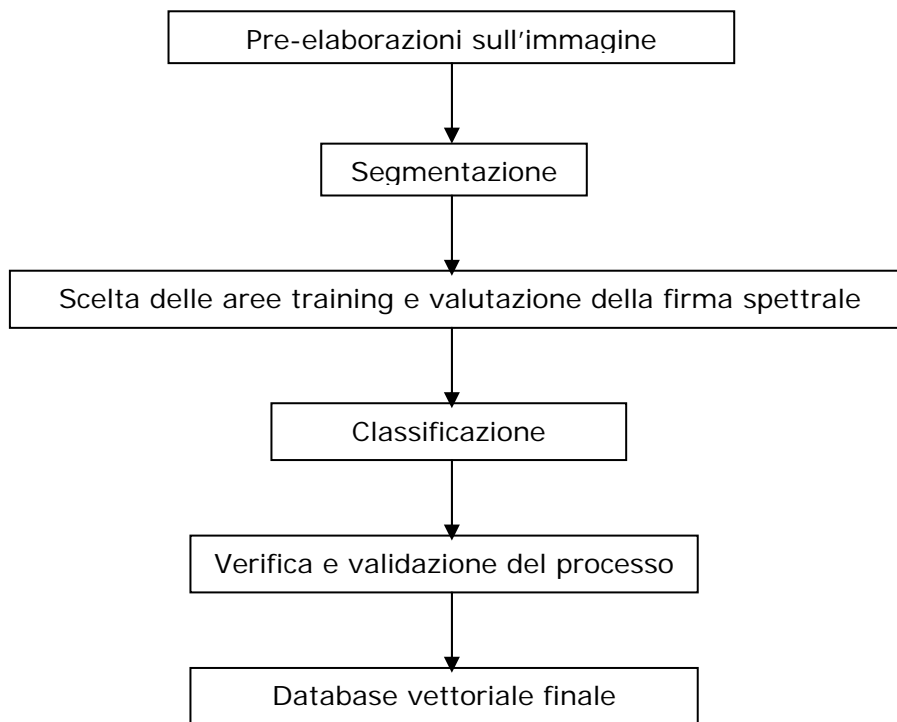
dove:  $h_s$  è l'eterogeneità spettrale del poligono considerato;  $q$  è il numero di bande spettrali disponibili (3 nel caso dei sensori montati a bordo dello Sky Arrow durante il test);  $\sigma_c$  è la deviazione standard dei valori di *digital number* della  $c$ -esima banda spettrale nel poligono considerato;  $w_c$  è il peso attribuito alla  $c$ -esima banda spettrale.

Operativamente l'algoritmo di segmentazione procede, a partire da ogni pixel dell'immagine, fondendo poligoni adiacenti fino a quando il cambiamento di

eterogeneità osservabile tra i due poligoni originari e il nuovo poligono generato non supera una certa soglia definita dall'utente (fattore di scala). Se il cambiamento di eterogeneità non supera la soglia predefinita la fusione viene effettivamente realizzata, altrimenti i due poligoni rimangono separati. L'impostazione del fattore di scala permette quindi di calibrare la grandezza dei poligoni che vengono creati con la segmentazione e la sua definizione è legata alla scala di riferimento della cartografia che l'utente vuole produrre (Chirici, Corona, Travaglini, 2003).

La seconda fase del processo è la classificazione vera e propria. Operativamente si devono scegliere dei poligoni che hanno la funzione di *training* per ciascuna delle classi definite in partenza. Si segue pertanto un approccio *supervised* in cui l'utente valuta la firma spettrale degli oggetti, contestualmente alla loro selezione. Infine viene applicato un algoritmo di classificazione (generalmente lo *Standard Nearest Neighbour*) per la mappatura completa dell'immagine.

Di seguito gli *step* principali del processo di classificazione:



*Un esempio di estrazione e classificazione degli oggetti da una immagine telerilevata*

## 6.5 CARTA DELL'USO DEL SUOLO

L'utilizzo della segmentazione e classificazione *object-oriented* consente di creare rapidamente una mappatura del *land cover* basandosi su un'immagine ripresa dalla camera a colori reali oppure dal sensore multispettrale. Il processo, una volta estratti gli oggetti dall'immagine, consente di definire le classi secondo le proprie necessità e permette di valutare la scelta della classificazione mediante il corretto impiego delle aree training. La mappatura finale è di tipo vettoriale e perfettamente integrabile nelle altre banche dati territoriali all'interno del Sistema Informativo.



- Active class
- Seminativi
- Edificato residenziale
- Edificato industriale
- Strade e reti di comunicazione
- Aree boscate
- Aree nude
- Siepi e filari
- Altre aree agricole

*Una classificazione di tipo Land Cover di un'immagine Sky Arrow sull'area di Marghera Villabona*



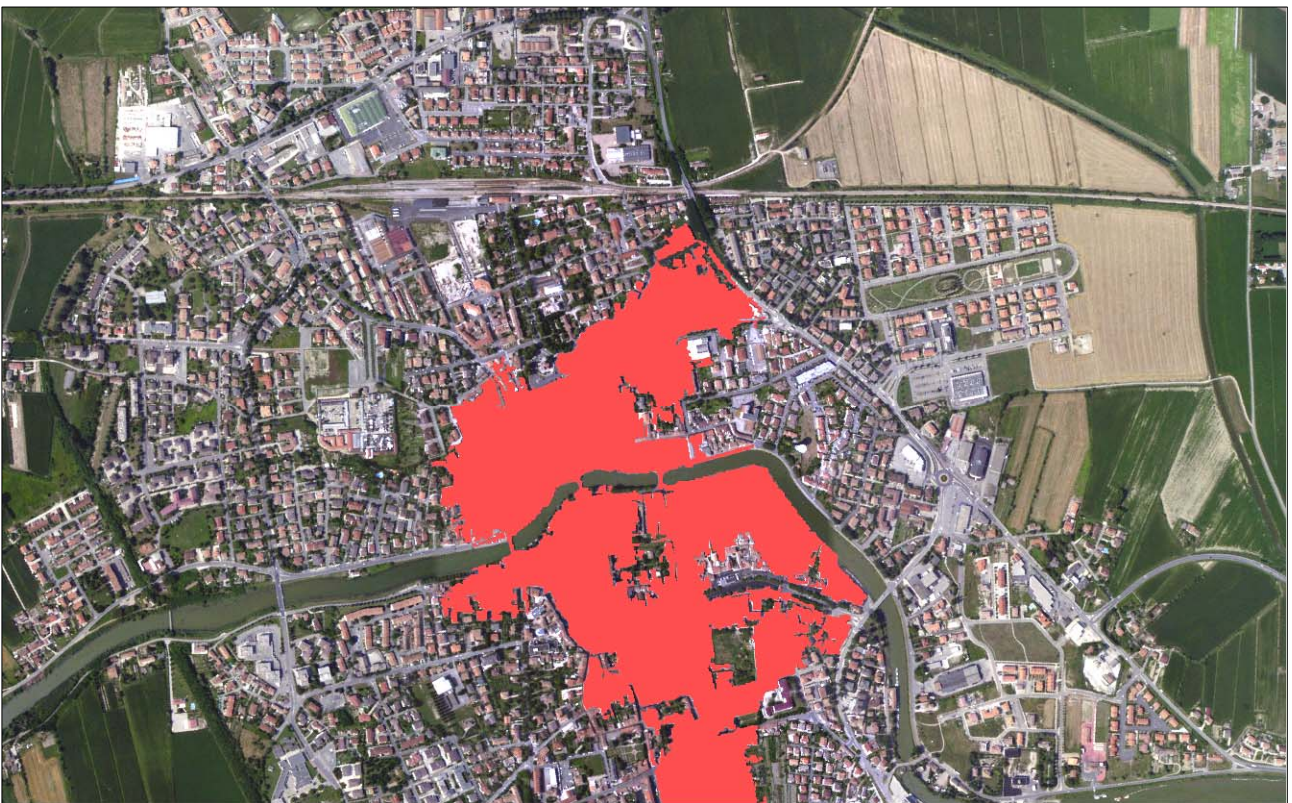
A screenshot of a GIS software interface. The main window displays a map of the Marghera Villabona area, where the land cover has been classified into various categories represented by different colors: yellow for agricultural areas, red for residential buildings, blue for industrial buildings, green for forests, and grey for roads. The interface includes a menu bar (File, Tools, Export, Toolbars + Dialogs, Window, Help), a toolbar with various icons, and several panels. On the left, there is a legend titled 'Active class' with a list of categories and their corresponding colors. On the right, there is a 'Sample Editor' panel with two histograms comparing the 'Active class' (Seminativi) and 'Compare class' (Edificato resid). The status bar at the bottom shows 'Ready', 'RGB Marghera\_Villabona.ecw (1)', 'StdDev (3.00)', '5f Level 1/1 [C/S/V]', and '1086 Objects'.

## 6.6 ANALISI DELL'URBANIZZATO IN CLASSI

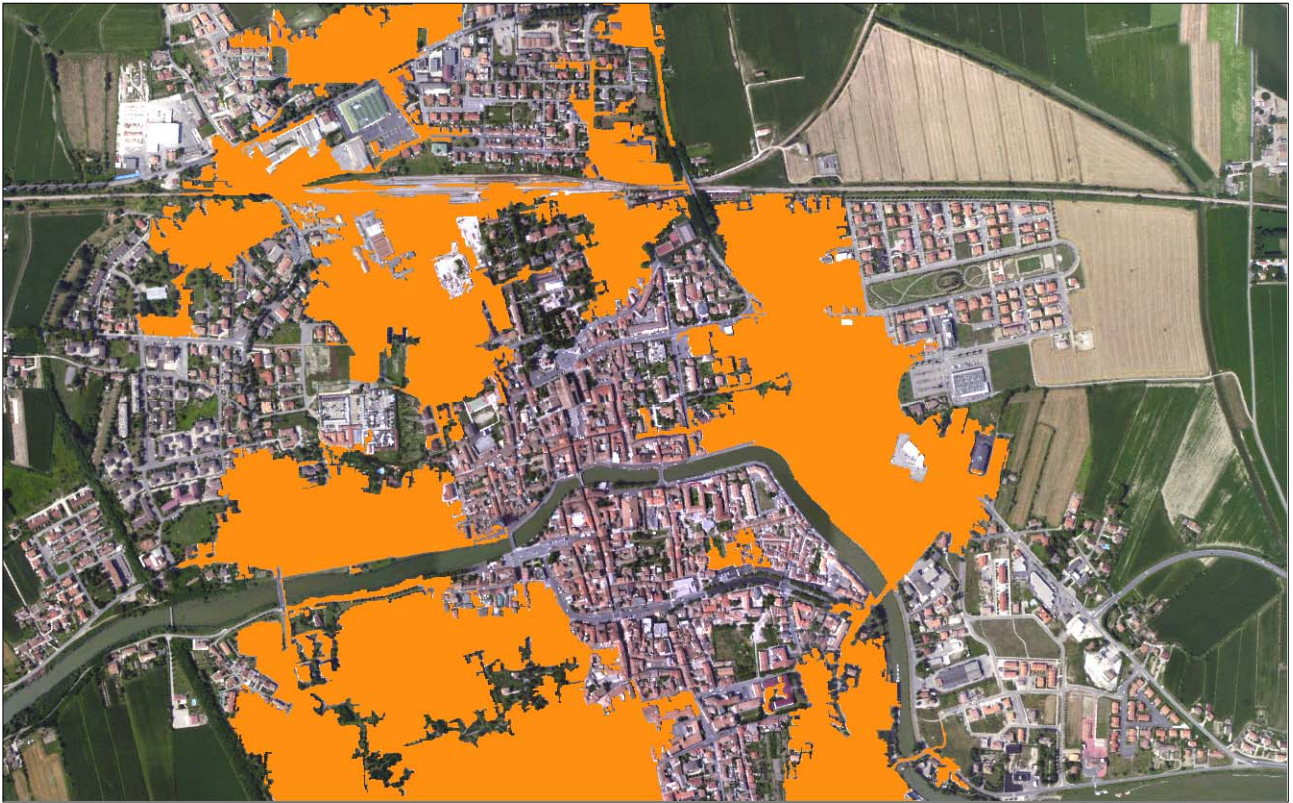
L'utilizzo delle immagini prodotte da Sky Arrow permette l'estrazione e l'elaborazione di tematismi legati al grado di antropizzazione del territorio.

Il risultato della classificazione di un'immagine a colori reali può pertanto essere analizzata dal punto di vista della densità spaziale con cui le opere artificiali si distribuiscono all'interno di un dato territorio. Di seguito sono mostrate le seguenti categorie estratte dal territorio di Adria (RO):

- Tessuto urbano continuo (più del 80% artificiale)
- Tessuto urbano discontinuo denso (artificiale tra 50 e 80%)
- Tessuto urbano discontinuo mediamente denso (artificiale tra 30 e 50%)
- Tessuto urbano discontinuo sparso (artificiale tra 10 e 30%)
- Aree industriali
- Rete stradale e ferroviaria



*Mappatura del tessuto urbano continuo (più del 80% artificiale)*



*Mappatura del tessuto urbano discontinuo denso (artificiale tra 50 e 80%)*



*Mappatura del tessuto urbano discontinuo mediamente denso (artificiale tra 30 e 50%)*



*Mappatura del tessuto urbano discontinuo sparso (artificiale tra 10 e 30%)*



*Mappatura delle aree industriali*



*Mappatura della rete stradale e ferroviaria*

## 6.7 ANALISI DEL NON URBANIZZATO IN CLASSI

Come nel paragrafo precedente è possibile estrarre i tematismi relativi all'ambiente naturale o a basso grado di antropizzazione. Le classi mostrate sono:

- Verde urbano ed aree ricreative
- Acque interne e superficiali
- Aree coltivate



*Mappatura del verde urbano e aree ricreative*



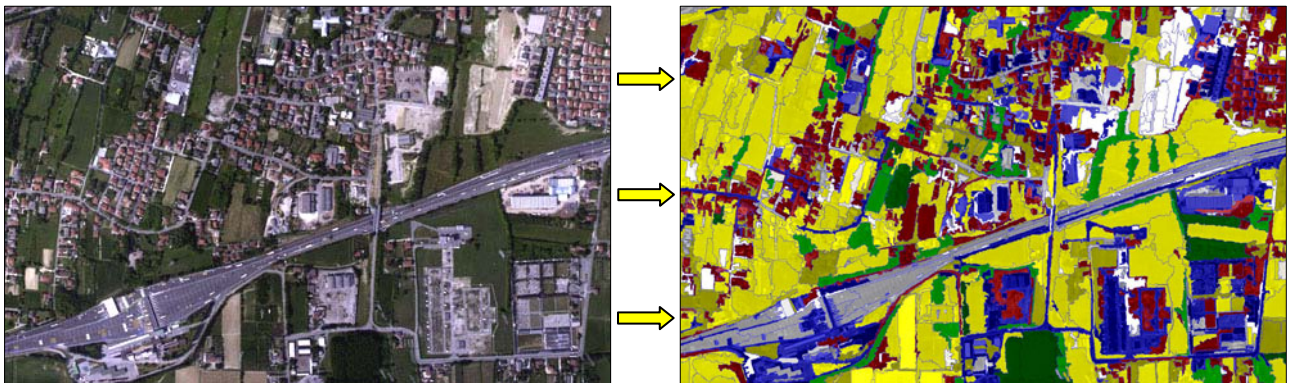
*Mappatura delle acque interne e superficiali*



*Mappatura delle aree coltivate*

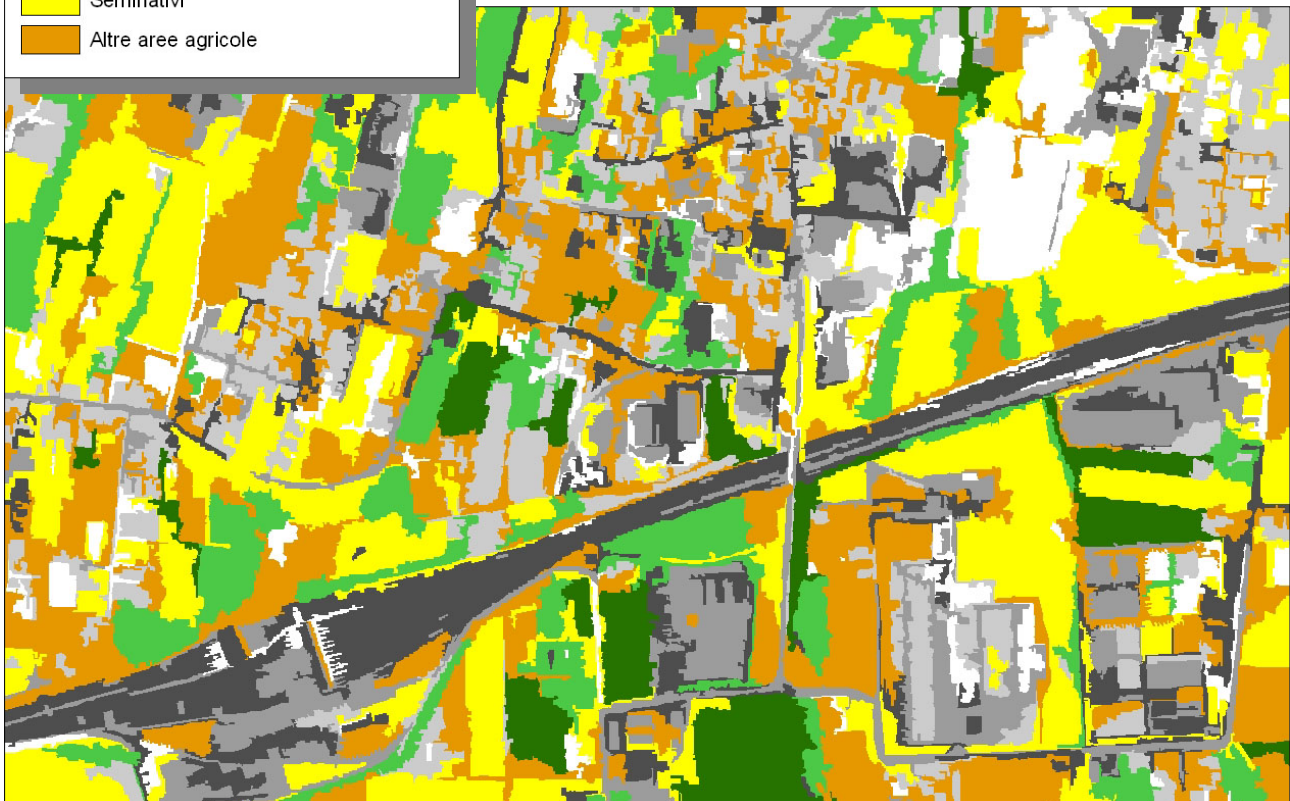
## 6.8 INDICE DI IMPERMEABILIZZAZIONE

L'acquisizione delle immagini multispettrali e nelle bande del visibile può consentire di elaborare e classificare gli oggetti con un approccio *object-oriented*, per calibrare un indice di impermeabilizzazione che consenta di definire quindi il grado di antropizzazione o naturalità di un'area di studio. Tali risultati sono molto importanti, soprattutto per chi si occupa della gestione delle risorse idriche, sia in superficie che nel sottosuolo.



	Basso grado di impermeabilizzazione
	Medio grado di impermeabilizzazione
	Alto grado di impermeabilizzazione
	Fortemente impermeabilizzato
	Aree boscate
	Siepi e filari
	Seminativi
	Altre aree agricole

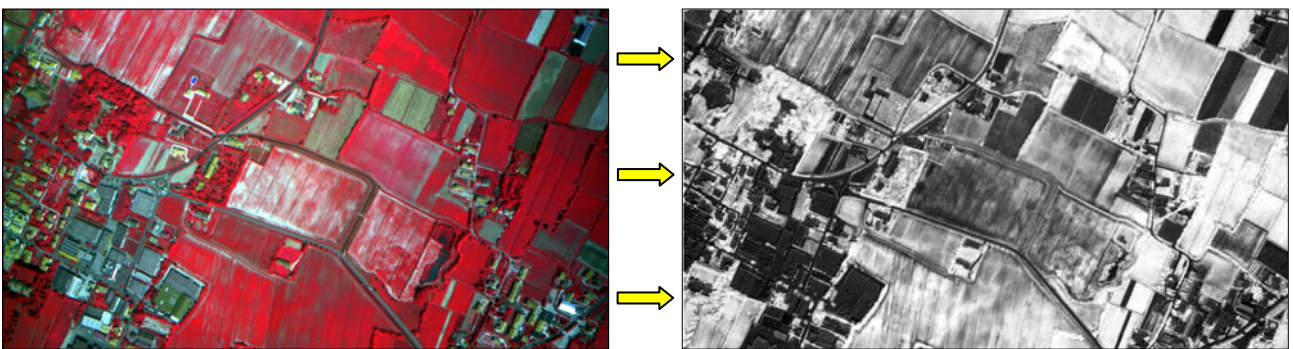
*Classificazione del grado di impermeabilizzazione di un'immagine Sky Arrow*



## 6.9 STRESS VEGETAZIONE

La disponibilità di più bande acquisite dal sensore multispettrale, consente di mettere a punto alcune elaborazioni molto efficaci per l'analisi qualitativa dei raccolti. Un dato utile per coloro che si occupano del monitoraggio delle produzioni della vegetazione (praterie, boschi, pascoli) o per coloro che gestiscono il processo di erogazione di aiuti e contributi previsti da disposizioni comunitarie, nazionali e regionali a favore del mondo rurale.

Così è possibile con le bande del rosso e infrarosso vicino, classificare un'immagine per ottenere una stima del contenuto di acqua nei terreni coltivati o per valutare la qualità e quantità relativa di biomassa. L'integrazione con banche dati provenienti da misure di rilievo a terra (contestualmente alla missione dello Sky Arrow), consente di fornire una stima più accurata.



*L'applicazione di un indice NDVI o, più semplicemente il rapporto tra le bande dell'infrarosso vicino e del rosso, consente di mettere a punto una stima della quantità di biomassa presente in un'area di indagine*



## 6.10 L'ANALISI MULTI-TEMPORALE

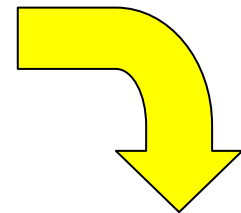
La disponibilità delle basi informative aggiornate nel tempo è un requisito fondamentale per chi si occupa di pianificazione e programmazione delle risorse sul territorio. Lo Sky Arrow consente di acquisire le immagini di un dato territorio (ad esempio un Ente Locale) con facilità e bassi costi, rendendo così accessibile il monitoraggio e il rilievo in tempo reale anche a piccole amministrazioni che si occupano di governo del territorio.

Un esempio fondamentale è dato dall'analisi multi-temporale, che consente di individuare i fenomeni di espansione urbana così come il monitoraggio dei trends evolutivi dei suoli e della vegetazione di un dato territorio.

Il processo che porta ad individuare le modificazioni nel tempo consiste nell'acquisizione e classificazione delle immagini in tempi diversi.

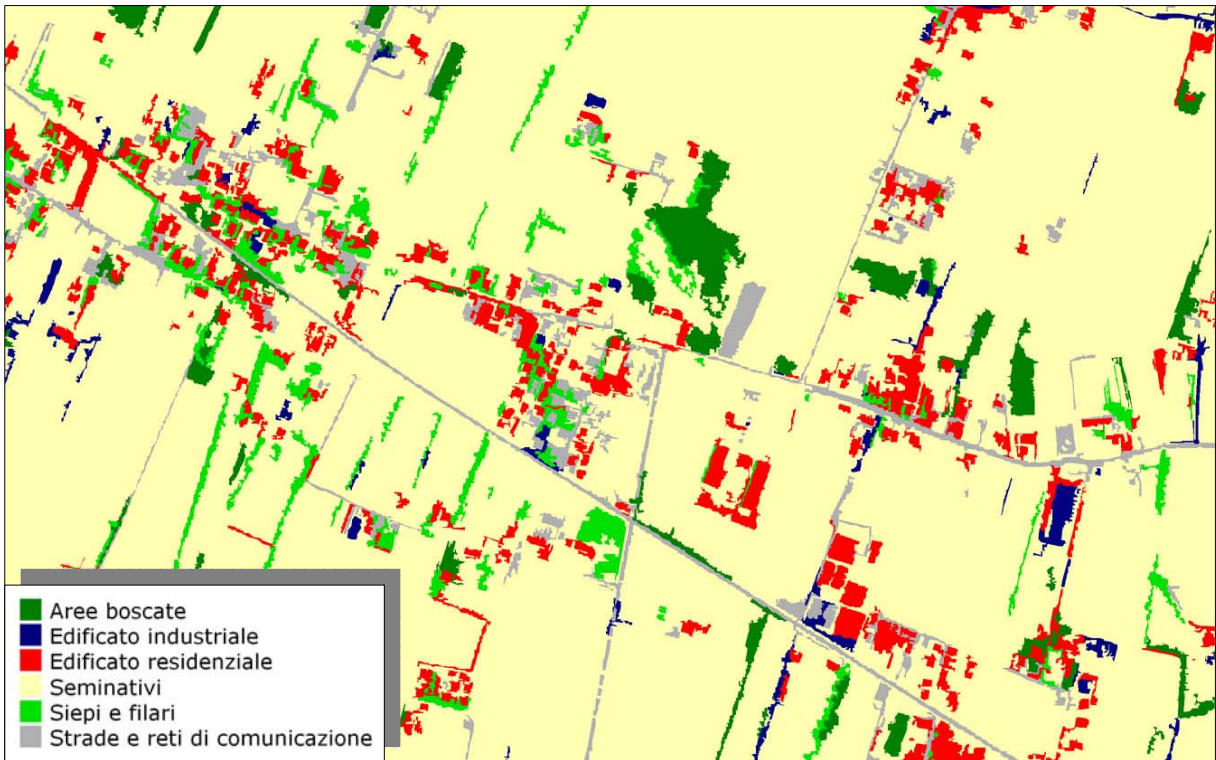
Sono qui mostrati i risultati di un territorio campione preso in esame (località Asseggiano nel Comune di Venezia) ripreso ed analizzato rispettivamente nelle epoche del 2000, 2003 e 2006.

Ciascuna scena è stata classificata mediante la tecnologia *object-oriented*, che porta in primo luogo all'estrazione automatica degli oggetti mediante la segmentazione dell'immagine e poi alla classificazione vera e propria.



*Il processo di segmentazione e di estrazione degli oggetti da un'immagine aerea*

**i. 2000 (IT2000)**



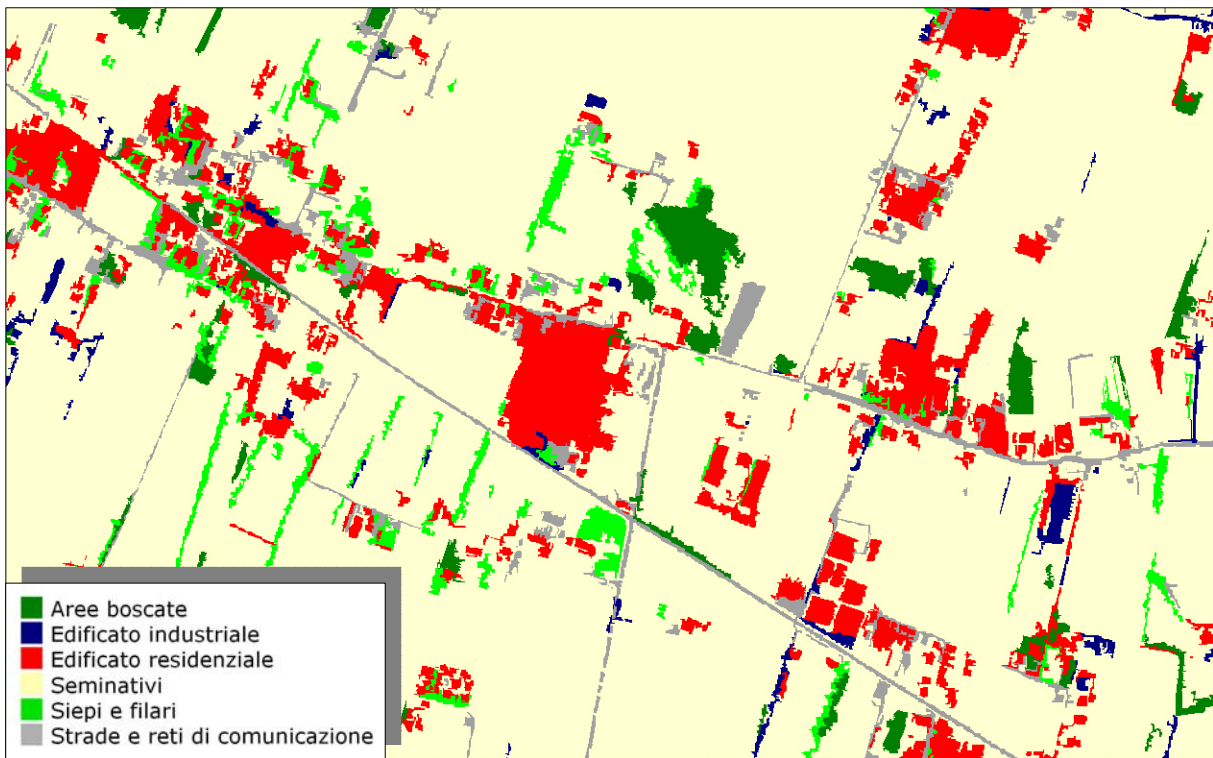
*La classificazione dell'ortofoto a colori IT2000*

**ii. 2003 (Regione Veneto)**



*La classificazione dell'ortofoto a colori 2003 della Regione Veneto*

### iii. 2006 (SkyArrow)

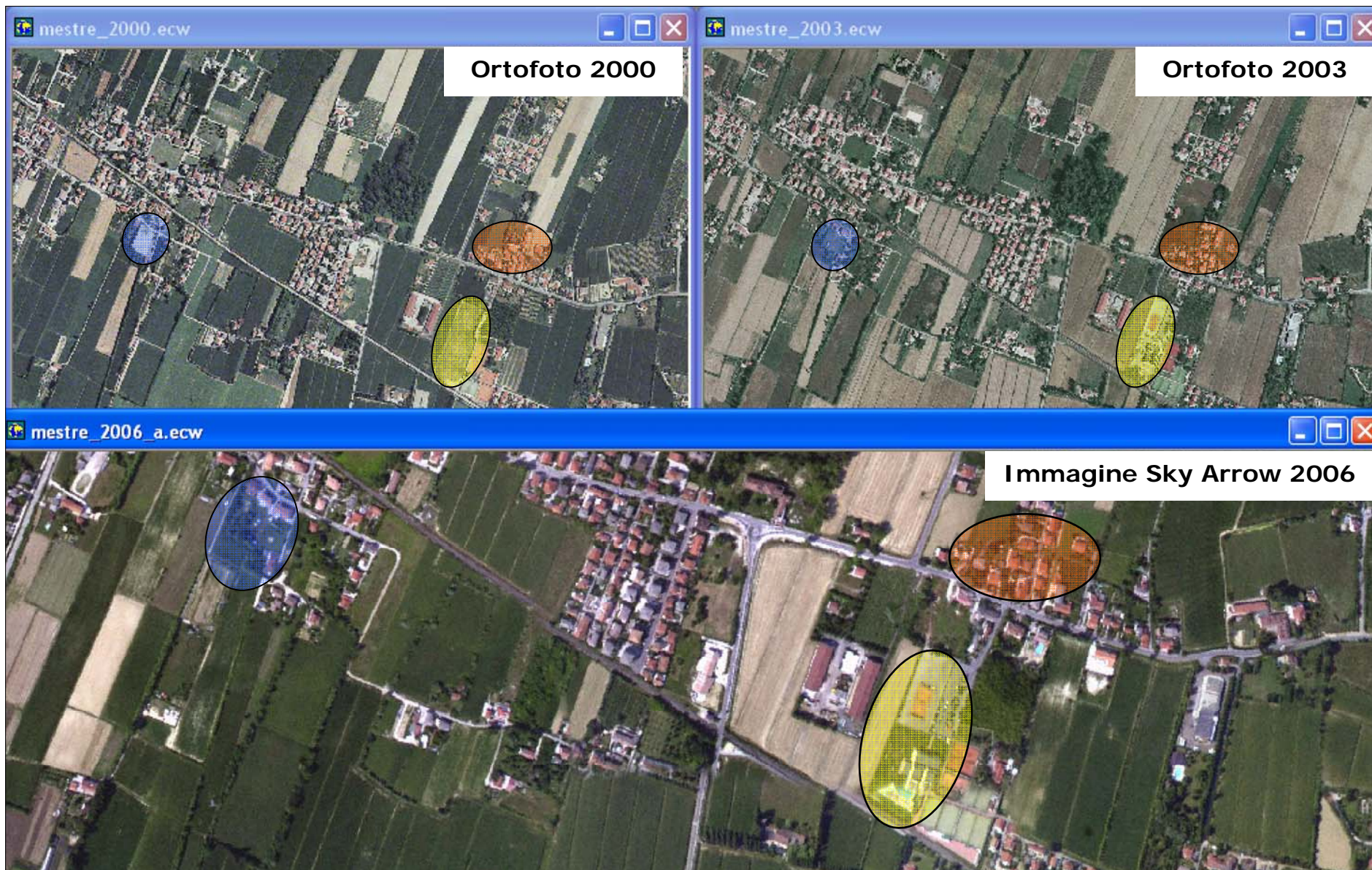


*La classificazione della ripresa dello Sky Arrow del 2006*

Nella tabella sottostante sono riportati i valori di superficie corrispondenti alle modificazioni avvenute nell'arco temporale analizzato.

Si può notare come siano aumentate le classi dell'edificato residenziale, l'industriale, le reti di comunicazione a discapito delle aree boscate, dei seminativi e delle siepi e filari.

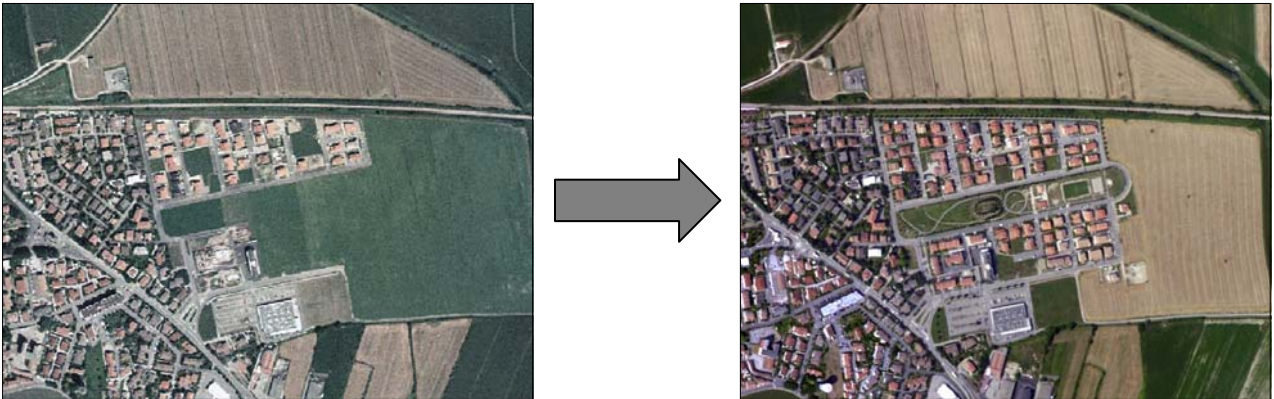
CLASSE DI LAND COVER	Superficie 2000 (ha)	Superficie 2003 (ha)	Superficie 2006 (ha)
Aree boscate	6.25	6.02	5.75
Edificato industriale	2.61	3.15	3.64
Edificato residenziale	12.17	13.78	14.67
Seminativi	177.41	175.51	173.92
Siepi e filari	7.33	7.09	6.87
Strade e reti di comunicazione	8.31	8.53	9.23
TOTALE area di studio	214.08	214.08	214.08



*Le basi informative utili al confronto multi-temporale con evidenziate le principali aree trasformate dal 2000 al 2003 e 2006*

## 6.11 AGGIORNAMENTO DELLA CTRN

L'acquisizione di nuove immagini dal velivolo Sky Arrow può costituire una risorsa per l'aggiornamento dei livelli informativi di base quali la Carta Tecnica Regionale Numerica (CTRN) a costi effettivamente contenuti rispetto alle tradizionali metodologie di ripresa aerofotogrammetrica.



*L'acquisizione e il confronto con nuove immagini del territorio consente di individuare le aree utili all'aggiornamento speditivo della Carta Tecnica Regionale Numerica*

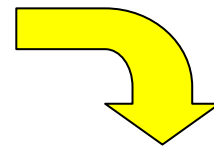
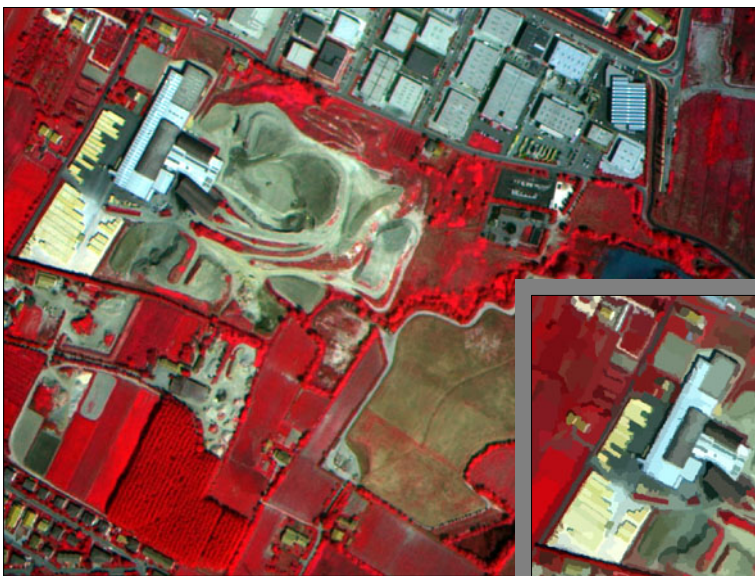


## 6.12 ANALISI TERMICHE E MAPPATURA DEL TERRITORIO INCROCIATA CON IL MULTISPETTRALE

L'utilizzo combinato delle riprese ottenute da diversi sensori a bordo dello Sky Arrow sulla stessa area di studio, può essere un efficace strumento di analisi dei fenomeni naturali come di quelli antropici.

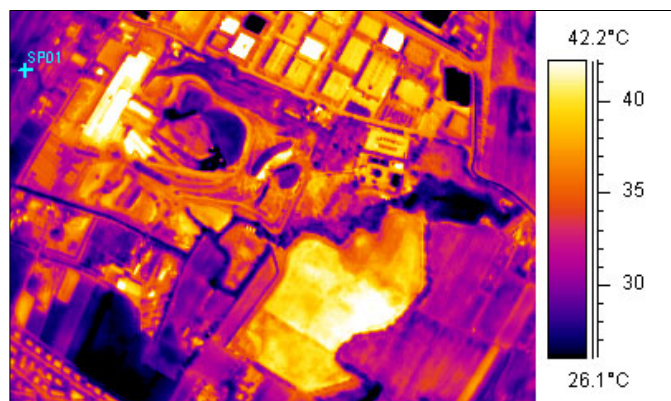
Il sensore multispettrale è stato analizzato e classificato in combinazione con il sensore termico, consentendo di individuare dei livelli di temperatura all'interno di una stessa classe di uso e/o copertura del suolo.

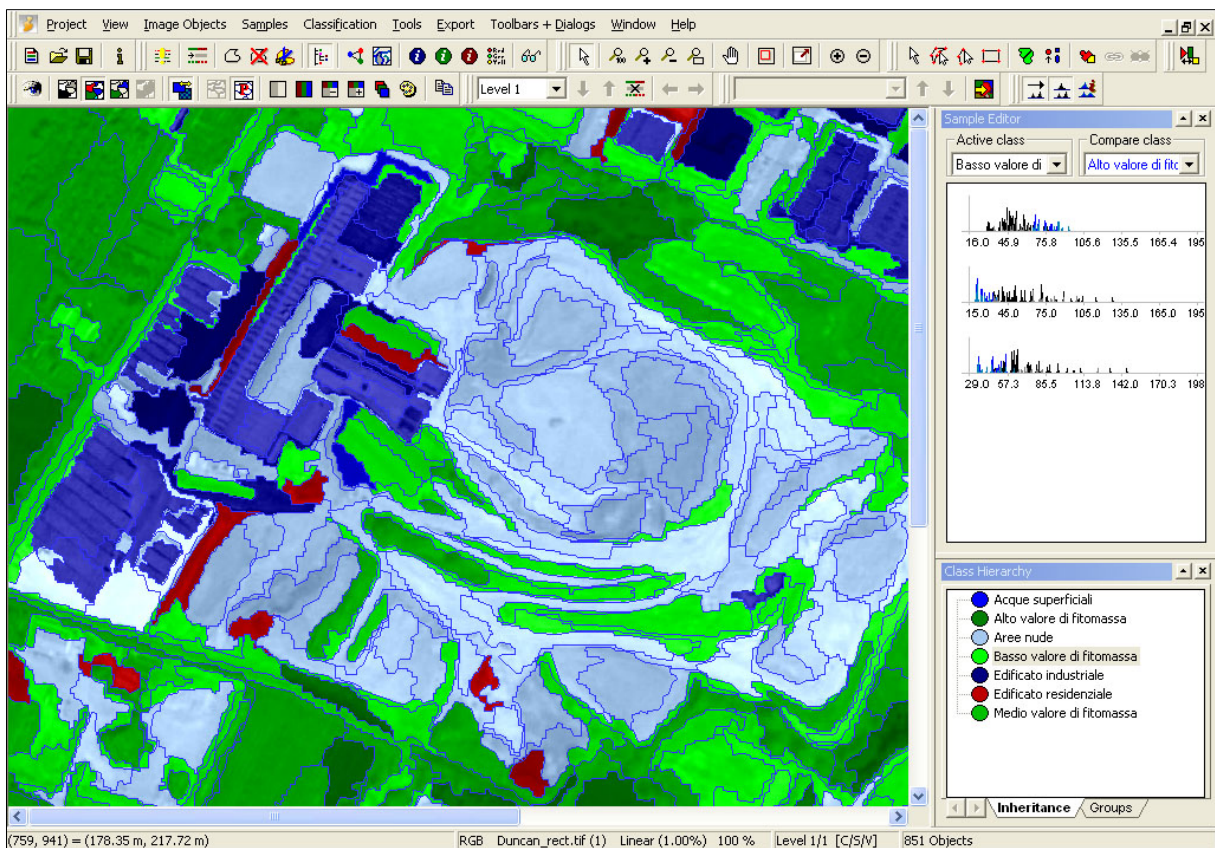
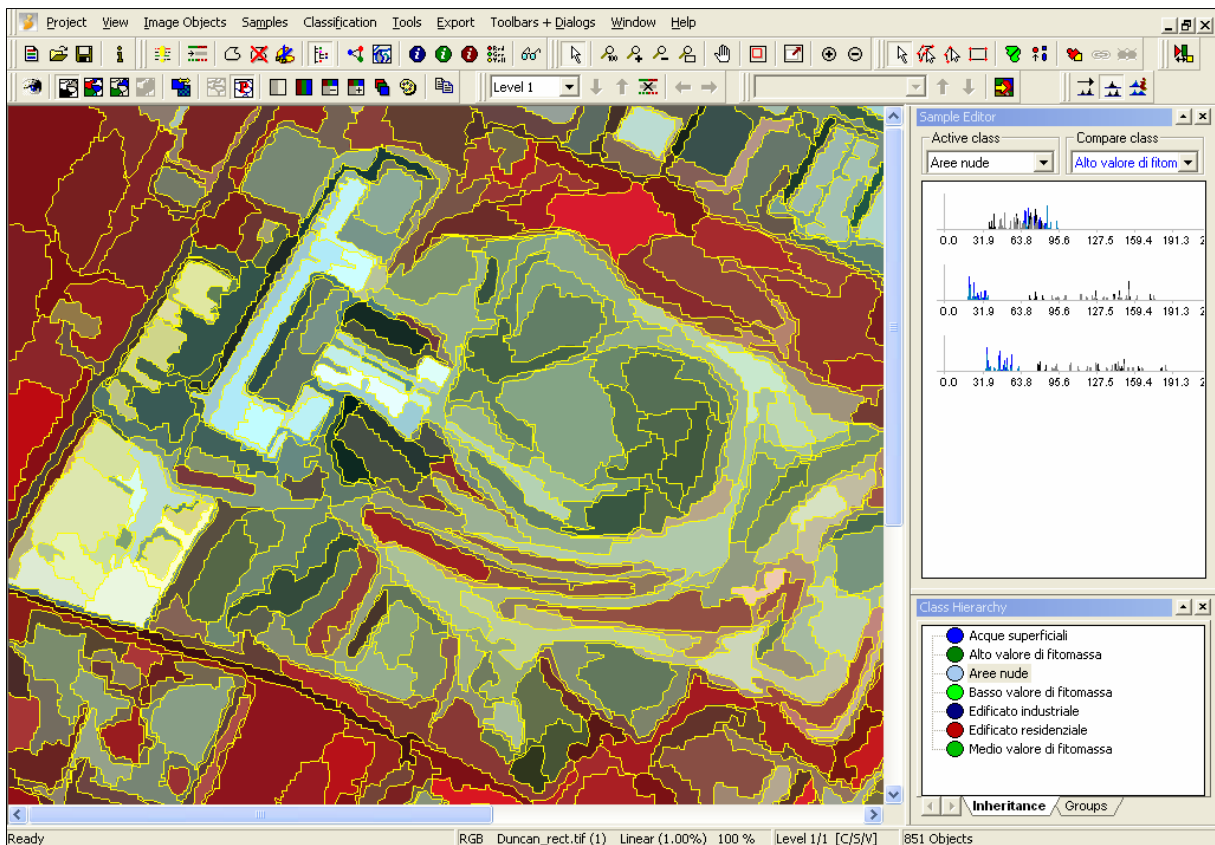
La scena ripresa nell'infrarosso vicino è stata classificata secondo la tecnica *object-oriented* e poi incrociata con l'immagine del termico, opportunamente pre-elaborata e classificata secondo le seguenti classi di temperatura:



*Il processo di segmentazione dinamica dell'immagine infrarosso (in alto l'immagine originale, a destra l'immagine classificata "ad oggetti", si tratta quindi di clusterizzazione dei pixel)*

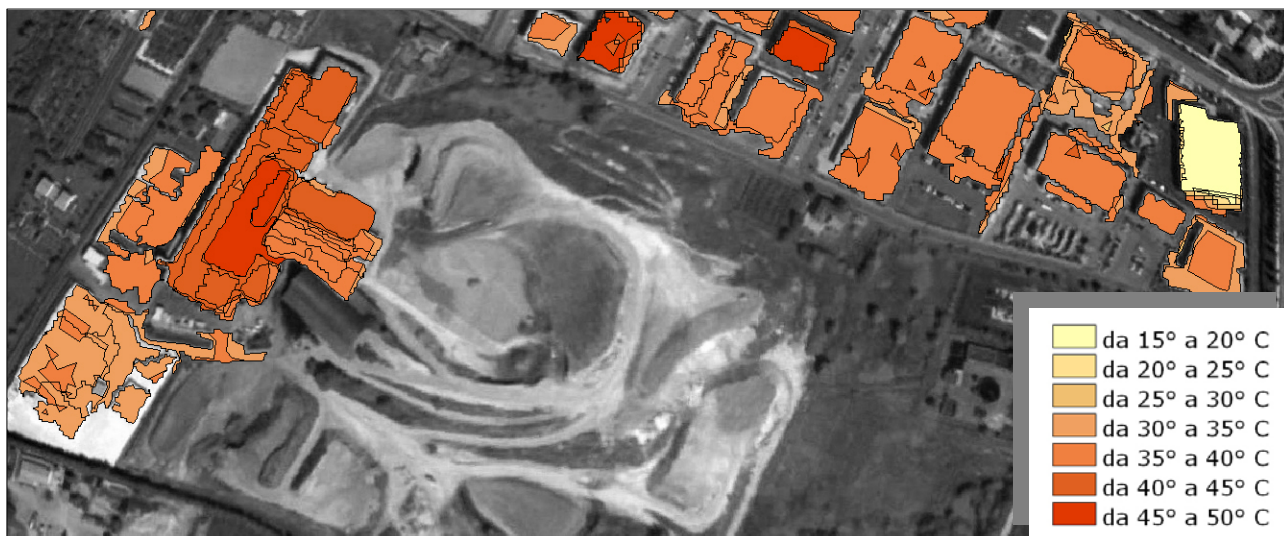
CLASSI TERMICO
1 (da 15° a 20° C)
2 (da 20° a 25° C)
3 (da 25° a 30° C)
4 (da 30° a 35° C)
5 (da 35° a 40° C)
6 (da 40° a 45° C)
7 (da 45° a 50° C)



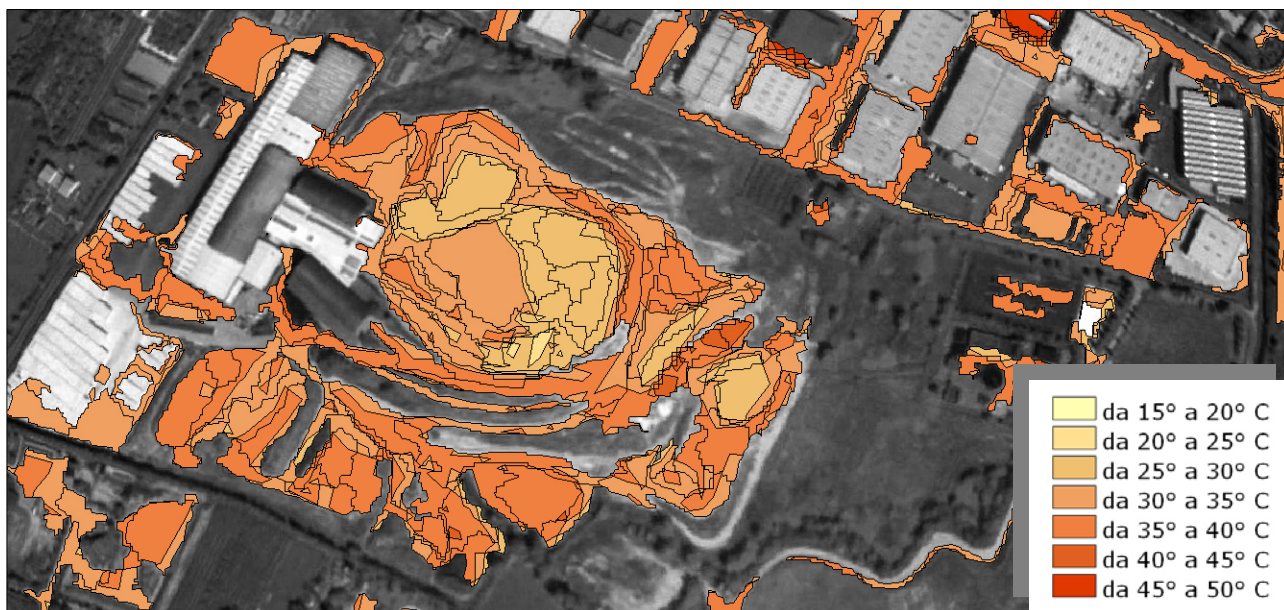


*Il processo di estrazione degli oggetti e classificazione dell'immagine nell'infrarosso*

I risultati dell'analisi consentono di osservare e monitorare le variazioni termiche all'interno di una categoria o classe di indagine. Si vedano i seguenti esempi:



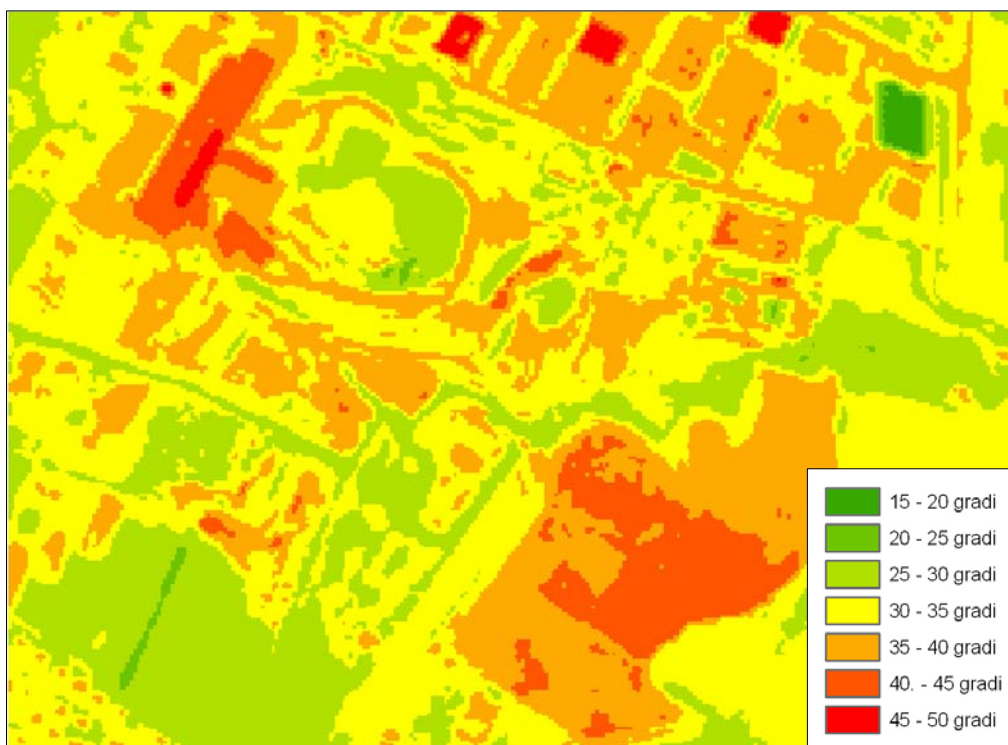
*L'andamento delle temperature all'interno della classe "Edifici Industriali"*



*L'andamento delle temperature all'interno della classe "Aree nude"*



*L'andamento delle temperature all'interno della classe "Medio valore di biomassa"*



*Il grid del termico utilizzato per l'analisi e classificato in sette range di temperatura*

Nella tabella seguente sono riassunte le principali classi di *land cover* analizzate e, per ognuna di esse, è mostrata il range termico nel quale la classe assume maggior rilevanza:

<b>BESTCLASS</b>	<b>TERMICO range</b>	<b>% sul totale della classe</b>
Acque superficiali	da 20° a 25° C	74.22
Aree nude	da 35° a 40° C	84.79
Edificato industriale	da 40° a 45° C	52.96
Edificato residenziale	da 30° a 35° C	57.05
Alto valore di fitomassa	da 25° a 30° C	80.16
Medio valore di fitomassa	da 30° a 35° C	62.08
Basso valore di fitomassa	da 35° a 40° C	46.41

Nella tabella seguente sono mostrati i risultati statistici delle analisi effettuate tra cui il minimo, il massimo, la media, la deviazione standard e la varianza dei range di temperatura per ognuna delle classi di *land cover* prese in esame:

<b>MULTISPETTRALE classified</b>	<b>AREA (m<sup>2</sup>)</b>	<b>TERMICO minima</b>	<b>TERMICO massima</b>	<b>TERMICO media</b>	<b>TERMICO Deviazione standard</b>	<b>TERMICO varianza</b>
Acque superficiali	69510	2	6	4.00	1.02	1.05
Aree nude	128413	1	7	4.39	0.94	0.89
Edificato industriale	51544	1	7	4.42	2.89	8.34
Edificato residenziale	17733	1	7	4.52	0.98	0.97
Basso valore di fitomassa	234114	2	7	4.24	0.96	0.92
Medio valore di fitomassa	161342	3	7	3.84	0.84	0.70
Alto valore di fitomassa	53272	2	5	3.70	0.77	0.59

La disponibilità dei *grids* prodotti dalla camera del termico consente anche di individuare puntualmente la temperatura rilevata dal sensore, permettendo quindi valutazioni accurate dell'assorbimento del calore da parte della superficie del terreno.

### **6.13 ELABORAZIONI EFFETTUATE CON IL SISTEMA SPME/SNIFFING (CNR-IBIMET)**

Risultati preliminari relativi ai voli effettuati con piattaforma SkyArrow ERA (Environmental Research Aircraft) in Veneto nel marzo 2007

Obiettivo di questo studio è quello di valutare le potenzialità di impiego della piattaforma SkyArrow ERA (Environmental Research Aircraft) per l'effettuazione di misure atmosferiche e misure di presenza/assenza e concentrazione in atmosfera di composti di interesse. A tale scopo è stata impiegata la piattaforma aerea del CNR IBIMET, equipaggiata con strumentazione per la misura delle principali grandezze atmosferiche, e con un sistema per la determinazione della presenza/assenza in atmosfera di composti organici di interesse. Due voli sono stati effettuati il giorno 11 Marzo 2007, con due obiettivi principali:

- Verificare la tipologia e la qualità dei dati atmosferici misurati, al fine di un loro potenziale impiego come strumento di calibrazione/validazione della modellistica atmosferica a mesoscala e diffusionale in uso presso le agenzie regionali preposte al controllo della qualità dell'aria (ARPAV). Campi di vento, profili verticali di vento, turbolenza, temperatura ed umidità, permettono di ottenere informazioni importanti per la caratterizzazione del PBL (Planetary Boundary Layer), e delle dinamiche atmosferiche a scala di dominio regionale.
- Verificare la fattibilità dell'impiego di tecnologia basata su campionatori SPME (sistema 'sniffing') al fine di determinare la presenza/assenza di composti organici di interesse in zone sensibili. La problematica dell'inquinamento da sostanze organiche volatili merita nel territorio di Venezia particolare attenzione, tenuto conto dell'insediamento a ridosso della città di un polo industriale di notevoli dimensioni con attività prevalenti proprio nella chimica di sostanze organiche. Traffico veicolare, evaporazione da sistemi di stoccaggio e da movimentazione di materie prime contenenti solventi, rappresentano ulteriori contributi all'inquinamento atmosferico.

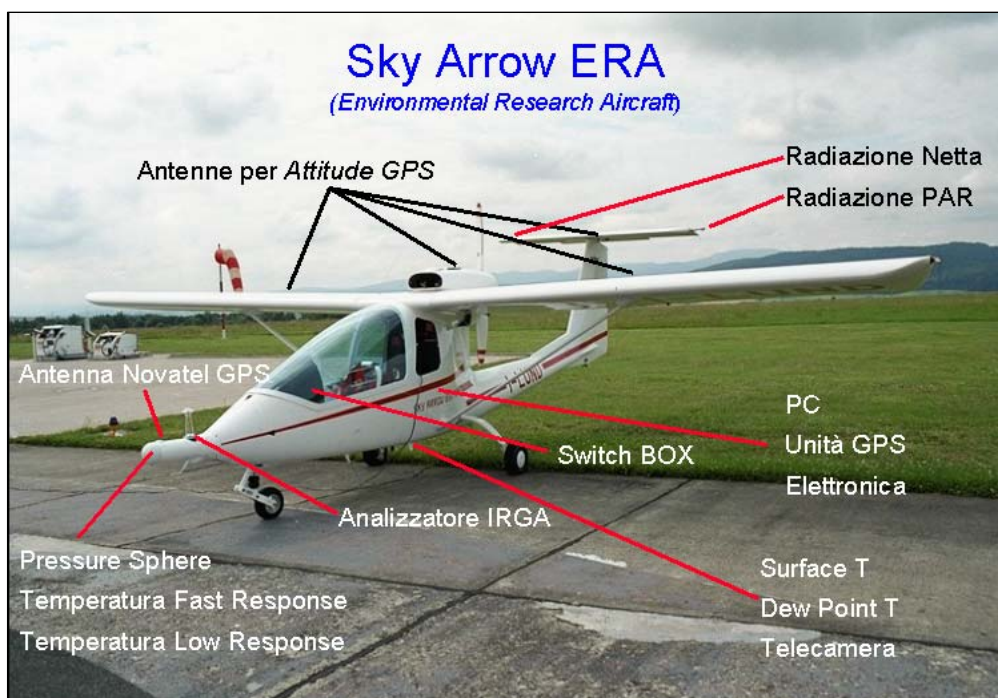
Una sintesi della piattaforma impiegata, dei voli effettuati e dei risultati prodotti è riportata in questo documento. I risultati sono distinti in una sezione relativa alle misure atmosferiche ed una relativa al sistema di campionamento SPME.

Gli esempi riportati evidenziano alcuni risultati di interesse, rimandando ad un'analisi diretta dei dati prodotti ogni ulteriore approfondimento.

### **Il sistema MFP (Mobile Flux Platform) per misure atmosferiche**

Lo SkyArrow ERA (Environmental Research Aircraft), che si basa su una piattaforma commerciale italiana, è un piccolo velivolo certificato equipaggiato con sensori sviluppati all'interno di collaborazioni tra CNR Ibimet, NOAA (USA) e diversi soggetti privati, in grado di fare misure di velocità del vento e turbolenza e della concentrazione di alcune specie gassose in atmosfera, ad alta frequenza. Si tratta di un aereo biposto in fibra di carbonio, mosso da un motore da 100 Hp, con un'apertura alare di 9.6 metri, una lunghezza di 8.2 metri. Il velivolo ha un range operativo di circa 500Km, pari ad oltre 3.5 ore di volo. La quota di volo varia fra 10 e 3,500 metri s.l.m. Il velivolo è stato allestito per ospitare a bordo la sonda MFP (Mobile Flux Platform) che consiste in una serie di sensori per le misure atmosferiche.

L'installazione è stata certificata presso le autorità aeronautiche statunitensi ed europee.



Il sistema MFP misura la velocità dell'aria rispetto all'aereo utilizzando una sonda emisferica con 9 fori calibrati che servono a misurare le pressioni statiche e dinamiche per mezzo di trasduttori di pressione. Poiché il motore dello Sky Arrow è montato in configurazione "pusher", la sonda per la misura atmosferica è stata montata sulla parte anteriore (naso) del velivolo in modo da minimizzare la distorsione del flusso di aria causata dal movimento del velivolo. Le componenti dinamiche del vento (orizzontali U e V, e verticale W) misurate come differenziali di pressione, vengono poi corrette per la velocità 3D (rollio, beccheggio e prua) usando una combinazione di segnali GPS ad alta frequenza e array di accelerometri posti nel baricentro del velivolo. In questo modo, la turbolenza atmosferica viene misurata ad un rateo molto elevato che combinato con una velocità di volo molto bassa (circa 35 metri al secondo, ground speed), consente di risolvere scale orizzontali dell'ordine di circa 0.7 metri, ovvero lunghezze d'onda dell'ordine di circa 1.4 metri.

La densità atmosferica di anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) e vapor acqueo viene misurata con un sensore veloce all'infrarosso a cammino aperto (LiCor 7500, Open-path IRGA). Tutti i dati della MFP vengono acquisiti su un computer di bordo dedicato.

## Il sistema ERA/SPME per la ricerca di sostanze volatili aerodisperse

L'uso della tecnologia SPME (Solid Phase Micro Extraction) come metodologia e tecnologia di campionamento su piattaforma aerea offre una soluzione innovativa ad alta tecnologia in un approccio integrato di monitoraggio ambientale, con forti componenti di innovazione rispetto alle tecnologie correnti di campionamento e monitoraggio.

La determinazione delle sostanze inquinanti in modo diretto e specifico, insieme alla grande versatilità, robustezza ed efficacia del sistema SPME, permetteranno l'effettuazione di azioni di monitoraggio in modo flessibile e calibrato su esigenze specifiche.

La tecnica di campionamento mediante SPME su piattaforma aerea permetterà di ottenere un quadro dettagliato della zona oggetto del monitoraggio ambientale, grazie alla possibilità di eseguire un numero elevato di determinazioni per brevi periodi di campionamento; in questo modo sarà anche possibile osservare la cinetica del processo inquinante.

Il sistema si basa sull'esposizione durante il volo di fibre SPME al flusso turbolento per brevi intervalli di campionamento pre-determinati (fino a 5 minuti), tramite un sistema automatizzato programmabile di campionamento. Una volta a terra, le fibre vengono sottoposte ad un'analisi e ad una determinazione in laboratorio mediante procedure analitiche automatizzate dei livelli di concentrazione (dell'ordine dei ppm, ppb e ppt) dei composti di interesse.

### **Attività dimostrativa di monitoraggio a Venezia**

La problematica dell'inquinamento da sostanze organiche volatili merita nel territorio di Venezia particolare attenzione e considerazione, tenuto conto dell'insediamento a ridosso della città di un polo industriale di notevoli dimensioni con attività prevalenti proprio nella chimica di sostanze organiche. Traffico veicolare, evaporazione da sistemi di stoccaggio e da movimentazione di materie prime contenenti solventi, rappresentano ulteriori contributi all'inquinamento atmosferico. La caratterizzazione dei composti organici volatili in atmosfera in presenza di poli chimici industriali è una determinazione particolarmente significativa sia per fornire indicazioni sui livelli di esposizione ma anche per individuare le eventuali priorità di intervento sulle emissioni presenti. Inoltre, i Composti Organici Volatili considerati nel monitoraggio ambientale in oggetto sono:

- Benzo(a)pirene, idrocarburo policiclico aromatico classificato dalla International Agency for Research on Cancer (IARC) in gruppo 2A "probabile cancerogeno nell'uomo e evidenza sufficiente negli animali da esperimento".
- Benzene, mielotossico e leucemogeno.
- 1,3 Butadiene, per il quale studi epidemiologici suggeriscono che possa esservi associazione fra l'esposizione e tumori dell'apparato linfoematopoietico.
- Formaldeide, classificata come "cancerogena certa per l'uomo" e causa di tumori naso-faringei nell'uomo.

L'obiettivo di questa prima fase dimostrativa sarà quello di determinare la presenza e la concentrazione in atmosfera di questi composti, in zone ritenute 'sensibili' dal punto di vista ambientale.

Il velivolo SkyArrow ERA sarà equipaggiato con una versione preliminare del sistema di campionamento SPME, che sarà realizzato all'interno di una collaborazione tra CNR – IBIMET e Università Degli Studi di Firenze Dipartimento di Medicina del Lavoro, e soggetti privati esperti di automazione SPME (Chromline s.r.l. e C.P.E. s.r.l.).

I vantaggi derivanti dall'effettuazione di attività di monitoraggio continuative di questo tipo, per il territorio e per il suo sistema di imprese possono essere sintetizzati in due punti:

- 1) La pubblica amministrazione potrà dotarsi di un sistema integrato ed innovativo di monitoraggio ambientale aereo finalizzato alla gestione di situazioni di criticità da inquinamento atmosferico e di azioni di sorveglianza del territorio. La metodica di monitoraggio permetterà di ridurre i tempi ed i costi d'analisi fornendo uno strumento di elevata efficienza nella lotta per l'identificazione e la riduzione degli inquinanti atmosferici.

Il sistema industriale potrà acquisire, attraverso la collaborazione ed il trasferimento tecnologico operato dagli Enti Pubblici e Privati di Ricerca che partecipano al progetto, esperienza in un settore industriale strategico e ad elevata tecnologia. L'impiego di tecnologie innovative di campionamento e di analisi potrà creare importanti opportunità per acquisire vantaggi competitivi in un'area industriale in forte sviluppo quale quella della protezione ambientale e della sicurezza del territorio e della popolazione.

## **Il piano di volo**

Il volo è stato pianificato secondo una traccia prestabilita, con partenza ed arrivo da Padova, tracciata con i seguenti obiettivi:

- caratterizzare la dinamica atmosferica in un dominio regionale di interesse e compatibile con i domini di calcolo dei modelli atmosferici; per questo è stata scelta un'area di studio di circa 40 x 40 km, compresa tra Padova e Marghera.
- Misurare campi di vento nel dominio di interesse, per cui sono stati effettuati transetti in diverse direzioni.
- Misurare campi di vento ed altre grandezze atmosferiche a diverse quote, al fine di valutare anche la dinamica del PBL. Per questo alcuni transetti sono stati eseguiti in salita/discesa tra le quote minime di volo (500ft AGL) e quote al di sopra del PBL in troposfera libera (circa 5000 ft per le condizioni incontrate). Alcuni profili verticali 'sul posto' sono stati inoltre effettuati nella zona di Mestre/Marghera, in prossimità della costa per valutare le differenze tra PBL nell'entroterra e nei pressi del mare.
- Misurare la presenza/assenza di composti organici di interesse in una zona sensibile, identificata nel comprensorio industriale di Marghera. Alcuni transetti ravvicinati sono quindi stati eseguiti in questa zona, compatibilmente con alcune limitazioni imposte dai controllori di volo.
- misurare la variabilità e la ripetibilità di queste misure nell'arco della giornata, per cui due voli sono stati eseguiti, uno al mattino in condizioni di crescente insolazione, ed uno nel primo pomeriggio in condizioni di massimo sviluppo di attività convettiva.

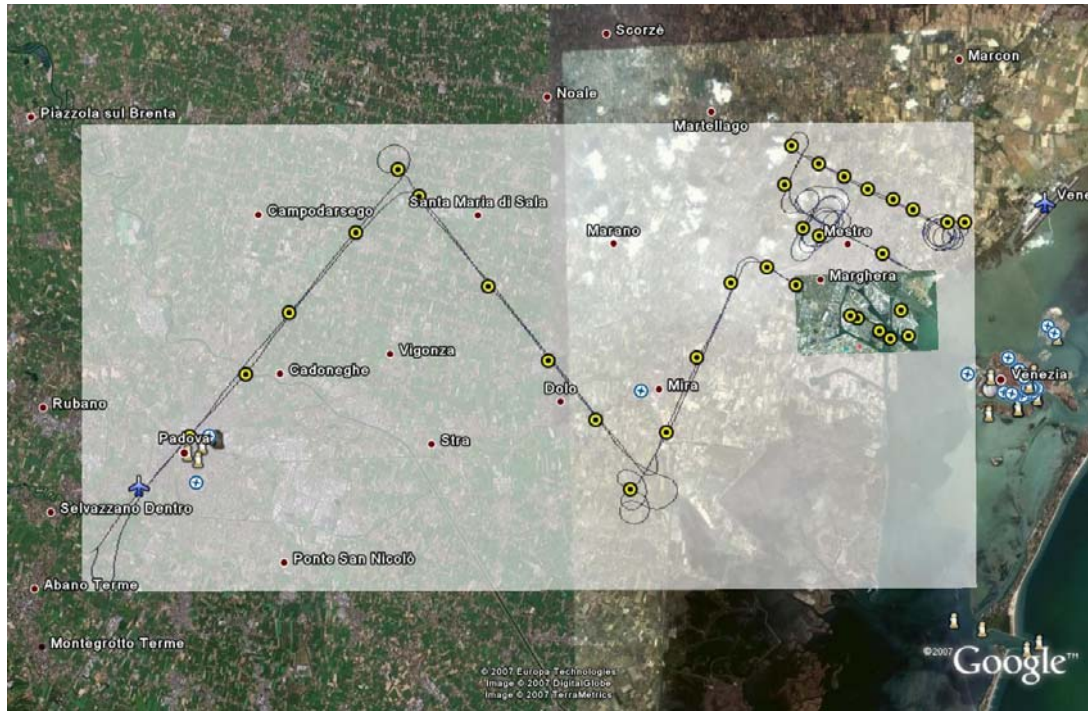


Figura 1. Traccia del volo1

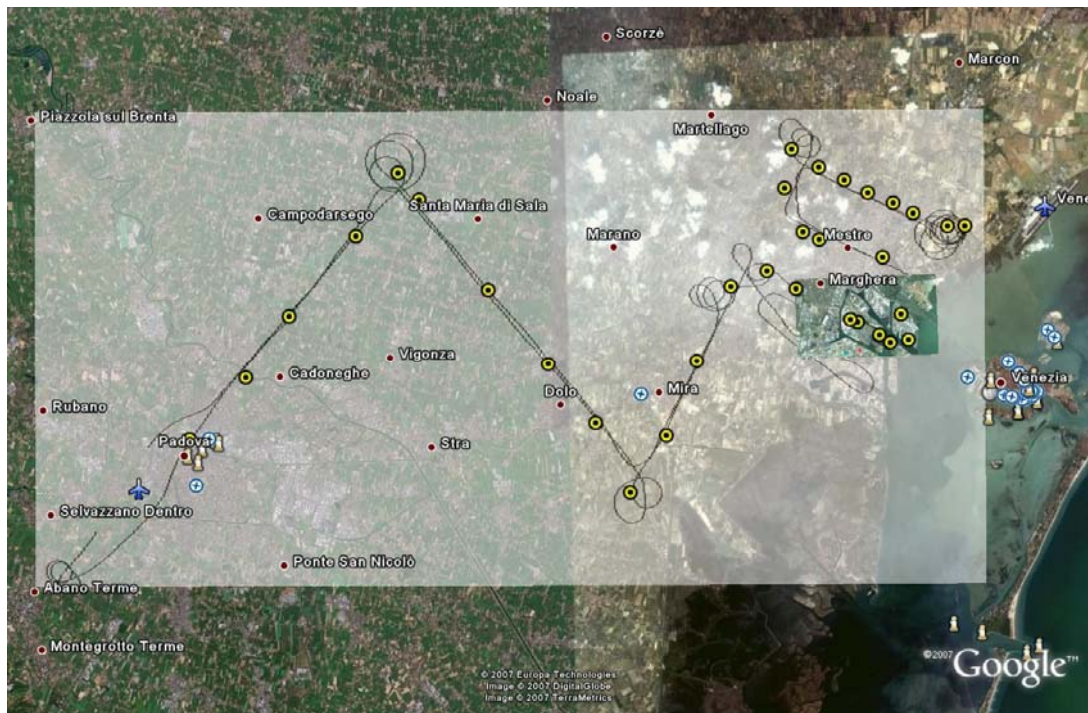
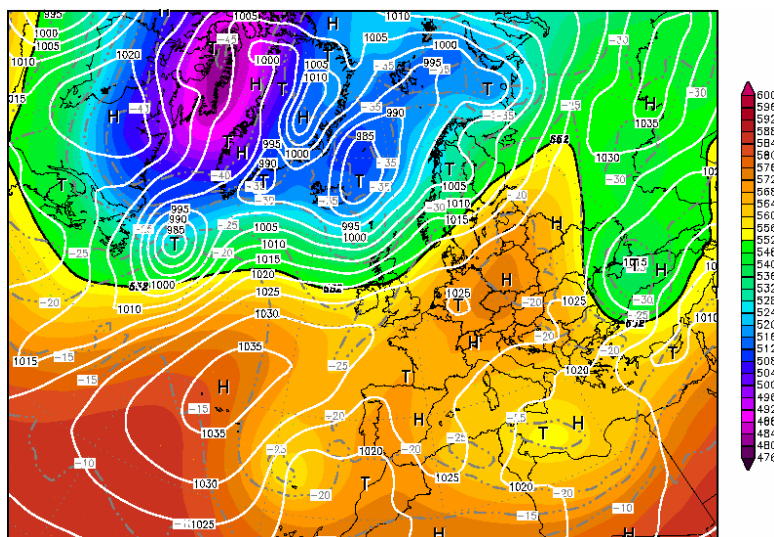


Figura 2. Traccia del volo2

## Risultati – Parte 1: Misure meteorologiche

Analisi delle condizioni sinottiche del 13 Marzo 2007.

Un minimo depressionario è presente sullo Stretto di Sicilia con tendenza dal pomeriggio ad attenuare i suoi valori. Le restanti zone italiane, nel contempo, sono sotto l'influenza di un promontorio che dall'Atlantico si estende verso l'Europa centrale, con valori di pressione pressoché livellate favorendo condizioni di sostanziale stabilità e campo termico al di sopra delle medie del periodo.



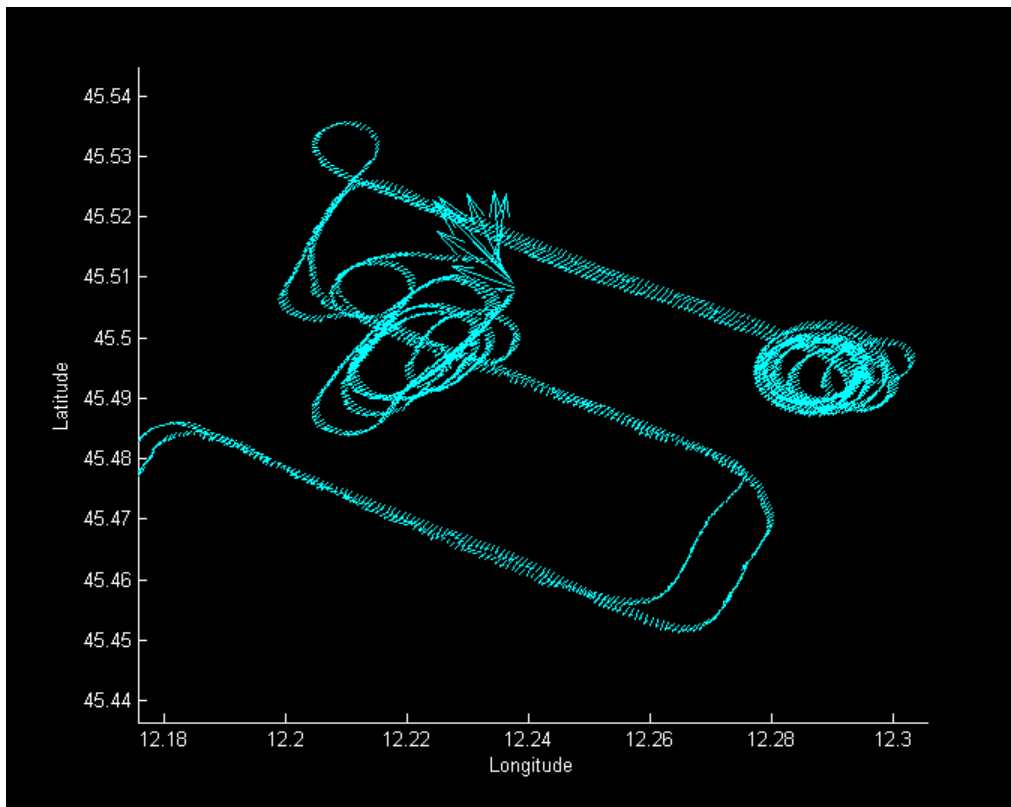
*H 500 mb – T 500 mb – Pressione al suolo*

Analisi campi di vento:

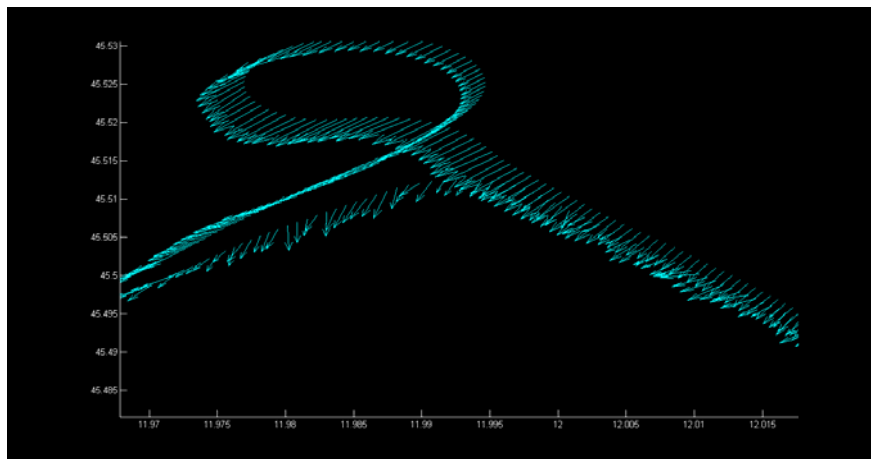
Il giorno 13 marzo la stazione meteo di Venezia Tesserà ha rilevato i seguenti dati orari, che evidenziano condizioni di vento debole variabile. In giallo sono evidenziate le ore corrispondenti ai due voli.

Ora (UTC)	P (hPa)	T (°C)	Umidità (%)	Vento (nodi)
1.20	1026	7	65	N-6
1.50	1026	7	65	N-5
2.50	1025	7	65	N-5
3.20	1025	6	70	VAR-3
4.20	1025	6	75	N-6
5.20	1025	7	65	N-7
6.20	1025	9	61	NW-6
6.50	1025	8	61	N-6
7.20	1025	10	57	N-4
7.50	1026	11	50	N-4
8.20	1026	13	47	N-5
9.20	1026	15	41	NE-5
9.50	1026	16	41	NE-4
10.20	1026	17	39	VAR-3
10.50	1026	17	36	VAR-3
11.20	1026	18	36	VAR-3
11.50	1026	18	36	SE-4
12.20	1025	18	39	SE-5
13.50	1025	18	39	S-5
14.20	1024	18	42	SSW-4
14.50	1024	18	39	SSW-4
15.20	1024	18	36	S-4
16.20	1024	17	42	SW-4
16.50	1024	16	51	SW-4
17.20	1024	15	54	SSW-4
18.20	1024	13	71	SW-5
19.20	1024	12	81	WSW-4
19.50	1024	12	76	VAR-2
20.20	1024	12	76	W-4
20.50	1024	12	76	VAR-3
21.20	1025	11	71	VAR-2
21.50	1025	11	81	
22.20	1025	11	71	VAR-1
22.50	1025	11	76	VAR-1
23.20	1025	10	76	VAR-2
23.50	1026	10	71	VAR-1
0.50	1026	9	76	NNE-4

Nelle figure seguenti si riportano alcuni esempi di campi di vento misurato dal velivolo, rappresentati come un vettore vento lungo la rotta seguita, con lo scopo di fornire una dimostrazione della tipologia di dati ottenuti.

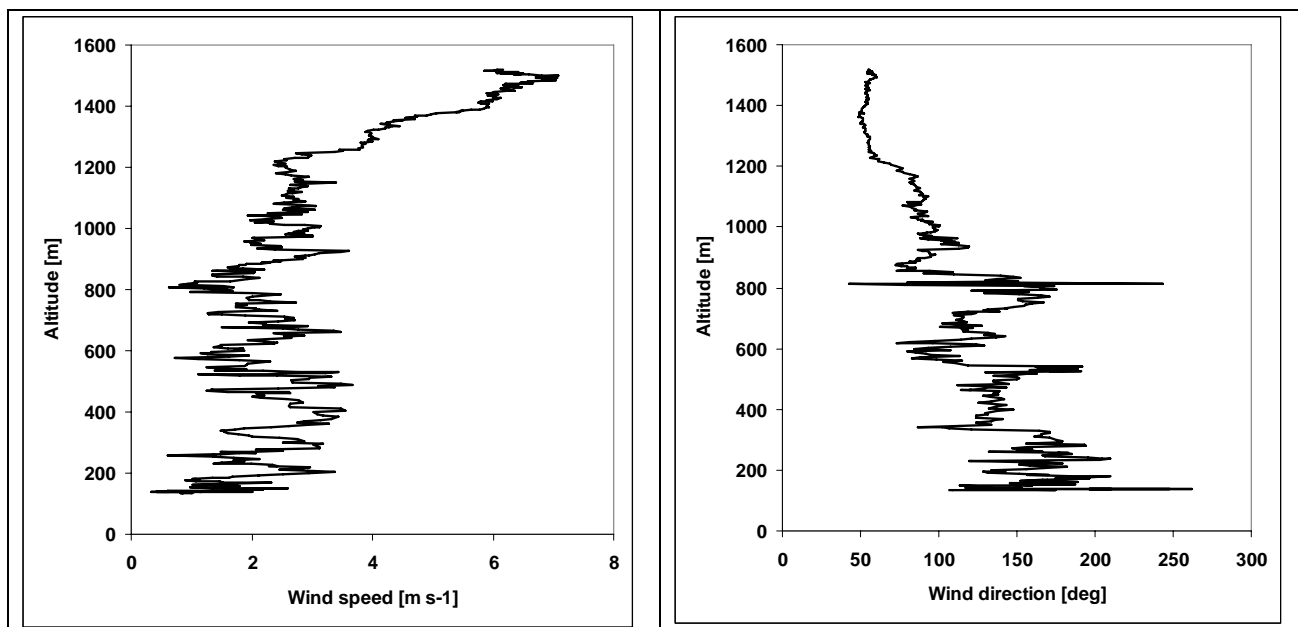


*Campo di vento nella zona di Marghera durante il volo1, con condizioni di vento prevalente da N-E in accordo con i dati di terra.*



*Variatione di direzione ed intensità del vento tra andata e ritorno sul punto di – S.Maria di Sala durante il volo 1 del mattino. Si nota come alle 8 circa UTC il vento sia debole variabile, mentre due ore più tardi ha una componente da NE di circa 4 m s-1*

Nelle figure seguenti sono riportati i dati di intensità e direzione del vento lungo un profilo (volo2, profilo 3 tratto Marghera-Mira). Si può notare come all'interno del PBL convettivo (fino a circa 900m) le condizioni di maggiore turbolenza si riscontrino in maggiore variabilità delle misure di vento, mentre in troposfera libera (sopra i 1000m) il vento cresce di intensità, si stabilizza su direzione E, e presenta una variabilità molto bassa.



### Analisi profili verticali di grandezze scalari nel PBL

Al fine di caratterizzare le caratteristiche e l'evoluzione del PBL nell'arco della giornata, profili verticali fino a 1000-1500m sono stati effettuati in 3 aree nei due voli.

Profilo 1: tratto Padova – S.Maria di Sala

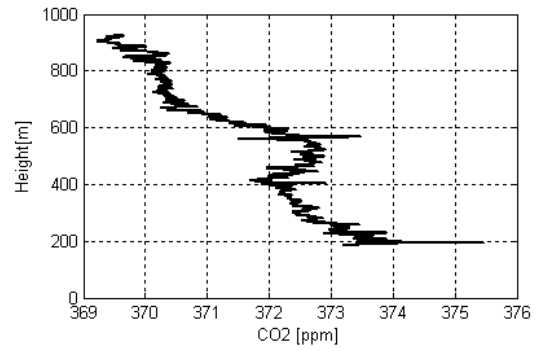
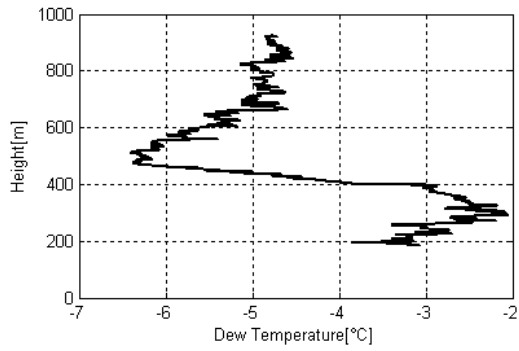
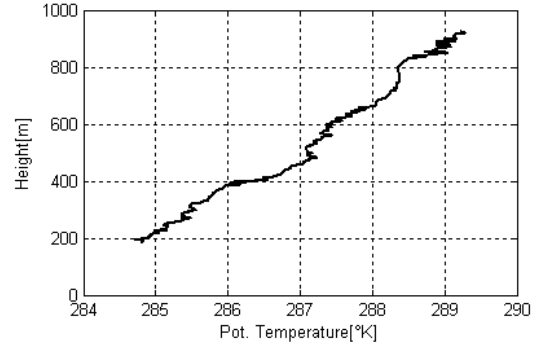
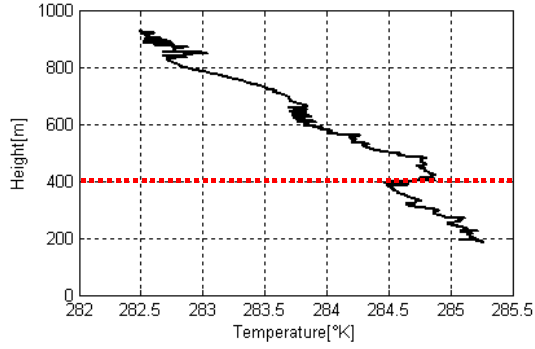
Profilo 2: zona Marghera

Profilo 3: tratto Marghera-Mira

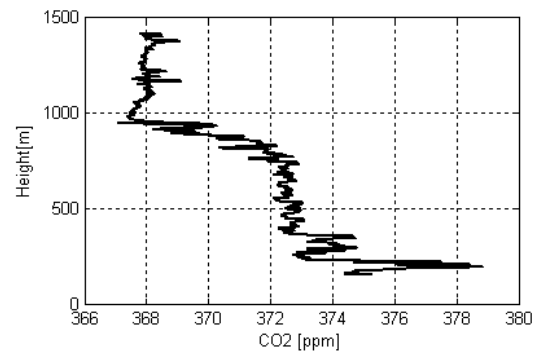
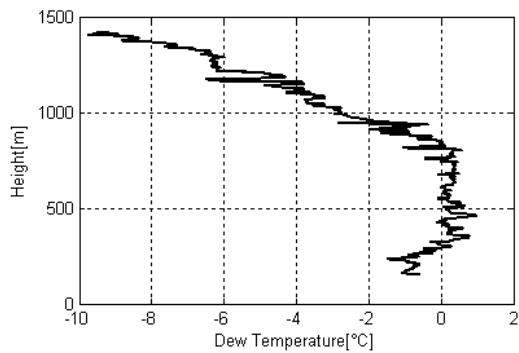
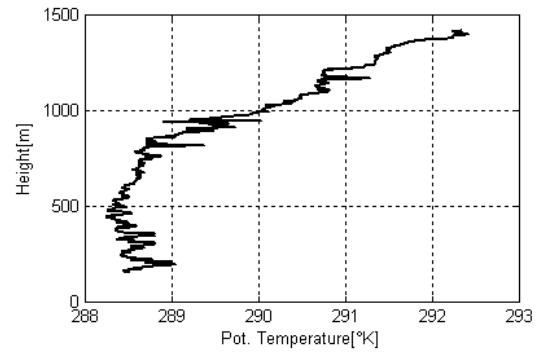
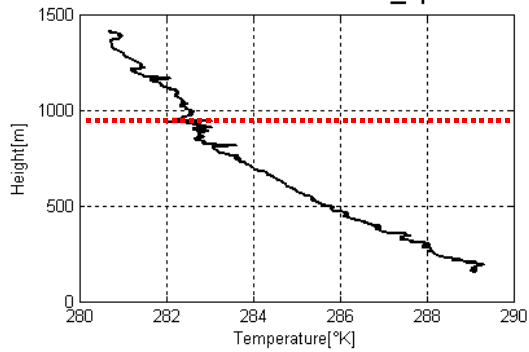
Gli esempi sotto riportati evidenziano alcuni risultati di interesse, rimandando ad un'analisi diretta dei dati prodotti ogni ulteriore approfondimento.

I profili verticali di temperatura, temperatura potenziale, umidità e concentrazione di CO<sub>2</sub> per la zona 1 (tratto Padova – S.Maria di Sala) , effettuati nei due voli (9 UTC e 13 UTC circa) mostrano l'evoluzione del PBL convettivo nella zona, la cui altezza, stimata dai profili di temperatura potenziale, risulta di circa 400 m nel volo1 e 950m nel volo2. La concentrazione di CO<sub>2</sub> nel PBL al mattino risulta di circa 3 ppm più elevata di quella in troposfera libera, mentre al pomeriggio risulta circa 5 ppm più elevata, probabilmente a causa delle emissioni alla superficie durante la giornata.

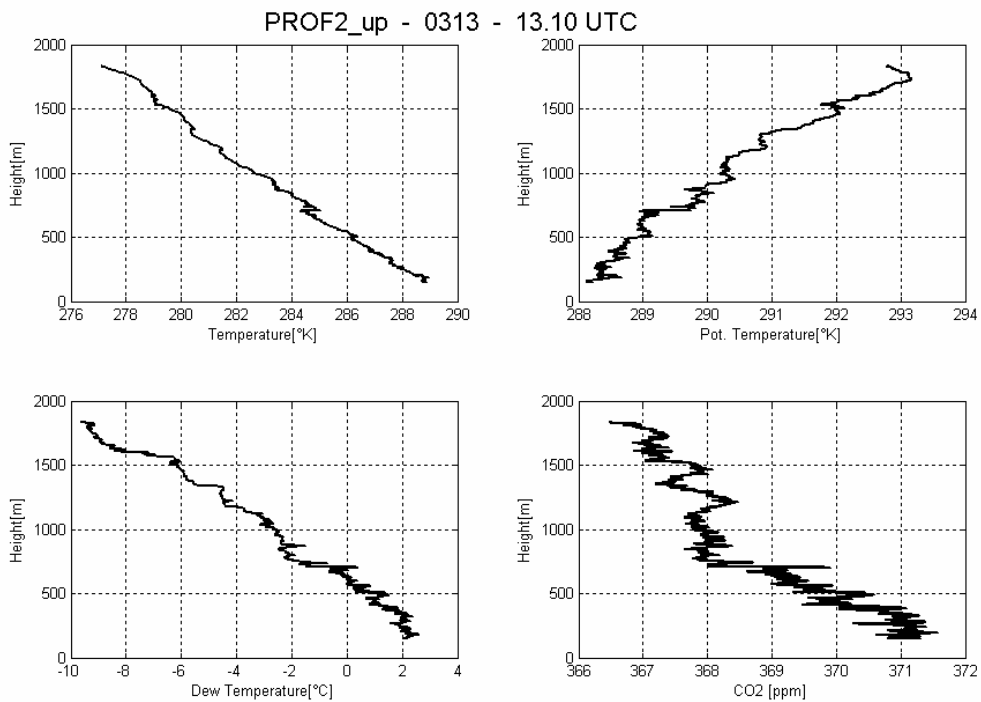
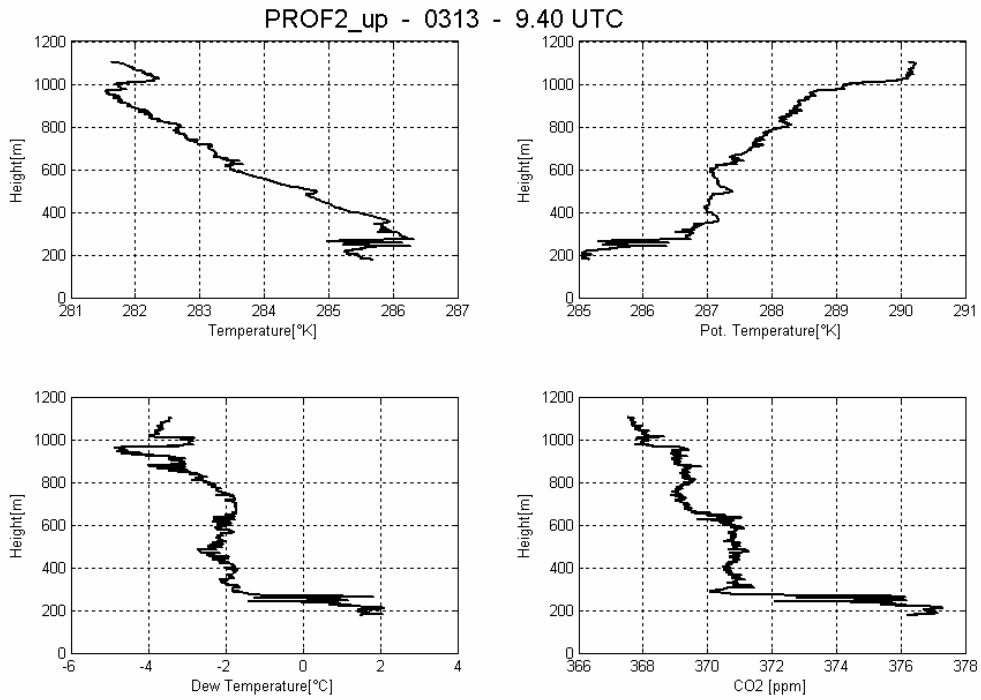
PROF1\_up - 0313 - 8.77 UTC



PROF1\_up - 0313 - 12.40 UTC

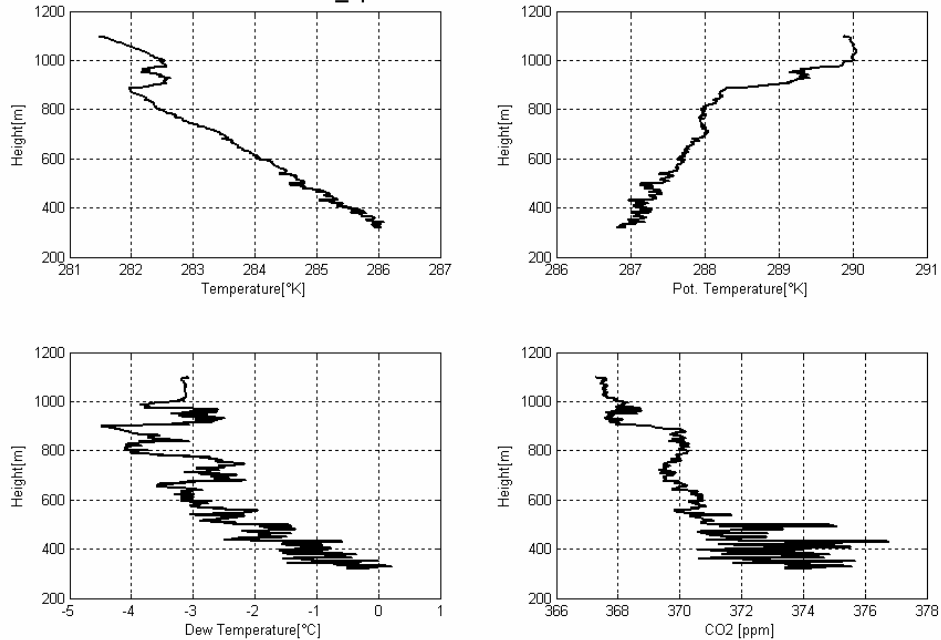


I profili nel tratto 2 evidenziano un PBL mediamente meno sviluppato, essendo l'area interessata molto più vicina alla costa, con altezze stimate in 280m alle 9h:25m UTC e 700m alle 13h 06m UTC) deducibili dai profili di temperatura. Il volo al mattino mostra un evidente accumulo di CO2 nel PBL.

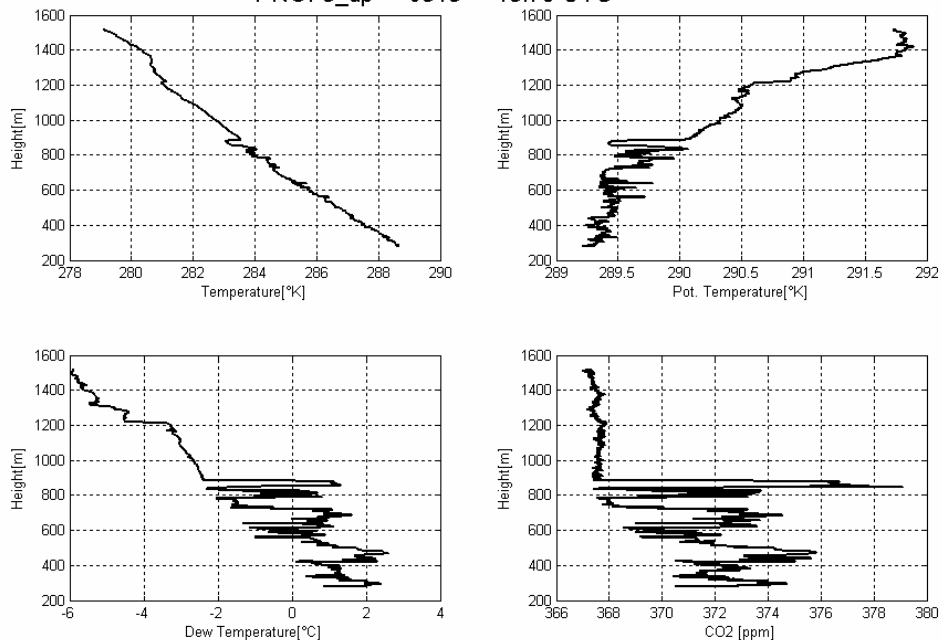


I profili nel tratto3 mostrano un PBL con altezza dello strato di inversione di circa 900m nel volo 2. Il volo1 mostra invece una struttura più complessa, con una doppia stratificazione a 500 e 900m, la prima delle quali delimita probabilmente il PBL convettivo diurno vero e proprio.

PROF3\_up - 0313 - 10.13 UTC



PROF3\_up - 0313 - 13.79 UTC



## Risultati - parte 2: analisi di composti con tecnica SPME

I tipi di fibre SPME utilizzate per il campionamento sono di tre tipi, impiegate per misurare principalmente le concentrazioni di benzene, formaldeide e benzopirene:

- Blu PDMS/VDB - Polydimethylsiloxane/divinylbenzene (diametro film 65  $\mu\text{m}$ , tipo di film poroso, polarità polare, volume fase  $357 \cdot 10^{-12} \text{m}^3$ );
- Rossa PDMS - Polydimethylsiloxane (diametro film 100  $\mu\text{m}$ , tipo di film omogeneo, polarità apolare, volume fase  $612 \cdot 10^{-12} \text{m}^3$ );
- Verde PDMS - Polydimethylsiloxane (diametro film 7  $\mu\text{m}$ , tipo di film omogeneo, polarità apolare, volume fase  $26 \cdot 10^{-12} \text{m}^3$ ).

Dall'analisi delle suddette fibre, effettuate presso i laboratori del Dipartimento di Medicina del Lavoro dell'Università di Firenze, le concentrazioni di Benzene, formaldeide e benzo[a]pirene aerodispersi sono risultate, rispettivamente inferiori ai limiti di 20  $\mu\text{g}/\text{mc}$ , 35  $\mu\text{g}/\text{mc}$  e 10  $\text{ng}/\text{mc}$ , per tutte le fibre campionate.

Dallo studio del cromatogramma e dello spettro relativo sono state analizzate le concentrazioni di un ampio spettro di ulteriori sostanze, e sono state rilevate concentrazioni considerevoli di gamma-butirolattone (GBL) [CAS 96-48-00] relative al campionamento in prossimità della zona evidenziata in figura (area Marghera). Poiché il GBL non risulta tra le sostanze studiate quali aerodispersi non è stato possibile relazionarlo allo standard. Il GBL, o gamma-Butyrolactone, è un liquido oleoso incolore igroscopico con un odore caratteristico debole ed è solubile in acqua. E' un comune solvente/reagente utilizzato come solvente industriale per produrre plastiche e pesticidi, composti aromatici e per rimuovere vernici.



*Tratto di volo (volo1, zona Marghera) corrispondente al tempo di esposizione della fibra SPME che ha evidenziato elevati valori di concentrazione di gamma-butirolattone.*

Questi risultati dimostrano la potenzialità di impiego del sistema basato su fibre SPME, come 'sniffer' in grado di determinare la presenza o assenza di una grande quantità di composti in atmosfera, e quindi di individuare eventuali sorgenti di composti pericolosi sul territorio. Restano comunque da effettuarsi ulteriori e più approfondite verifiche di questa metodologia.

*di Beniamino Gioli, Piero Toscano, Franco Maglietta (IBIMET CNR, Firenze)  
e Stefano Sugheri (Università di Firenze)*

## 6.14 ELABORAZIONI EFFETTUATE CON IL SISTEMA SPME/SNIFFING (ARPA Veneto)

Risultati preliminari relativi alle misure di aerosol nei voli effettuati con piattaforma SkyArrow ERA (Environmental Research Aircraft) in Veneto nel marzo 2007.

### Risultati – Parte 3: Traccia del particolato 10nm – 1µm

Per tracciare la fase particolata dell'aerosol durante i voli è stato impiegato un sensore a diffusione di carica (Diffusion Charging, DC, modello DC2000 della EcoChem Meßtechnik GmbH, Überlingen, Germania) che consente la stima dell'area superficiale attiva delle particelle con misura continua. Lo strumento sottopone l'aerosol al campo elettrico generato da un arco elettrico (corona discharge) ionizzando in modo relativamente aspecifico (indipendentemente dalla loro composizione) tutte le particelle come riportato in Figura 1 e 2 di pagina 84. La corrente associata all'aerosol ionizzato e registrata da un elettrometro di Faraday è proporzionale alla superficie attiva totale delle particelle con diametro aerodinamico equivalente ( $d_{ae}$ ) compreso tra 10nm ed 1µm.

La tipica applicazione dello strumento è il monitoraggio dell'aerosol da combustione, ovvero come indicatore di fuliggine (soot), le varie sorgenti combustive (biomassa, traffico, bruciatori, fumo di tabacco, ecc.) hanno comunque fattori di risposta differenziati. I valori di superficie, espressi in  $\text{mm}^2/\text{m}^3$ , sono legati alla taratura dello strumento. In assenza di dati pregressi la sensibilità strumentale è stata impostata al valore massimo ed i valori assoluti registrati debbono essere considerati indicativi, ma rigorosamente confrontabili tra loro.

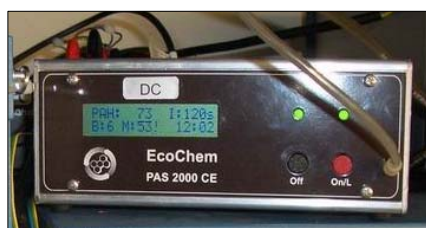
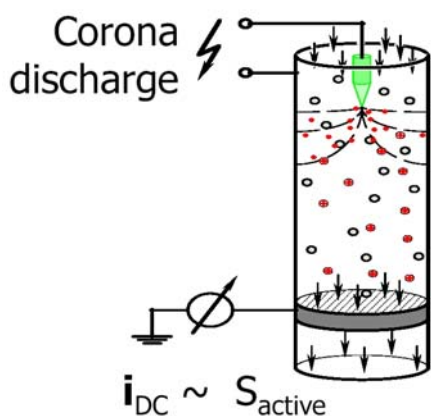


Figura 1. Sensore di superficie attiva dell'aerosol e schema di funzionamento.

I cerchi con un segno + rappresentano le particelle cariche di aerosol che originano il segnale.

## Risultati dei voli



Questa immagine del nordest italiano è stata registrata dal satellite MIRAVI (ESA) alle ore 9:36:09 del 13 Marzo, in coincidenza con il primo dato DC2000 riportato nei grafici successivi (h 9:36:30).

L'acquisizione dati durante i due voli è stata effettuata con il datalogger dello strumento su base 10s. I dati di superficie attiva sono stati integrati da quelli di CO<sub>2</sub> misurati dall'analizzatore IRGA.

Il profilo temporale di quota velivolo, superficie attiva dell'aerosol e CO<sub>2</sub> è riportato nelle figure 2 e 3 per il primo e secondo volo rispettivamente (corrispondenti ai tracciati già riportati in Figura 1 e 2 di pagina 84). Le scale delle ordinate sono uguali in entrambe le figure per un più facile confronto dei valori misurati, per consentire la visualizzazione i valori di altitudine del secondo volo (maggiori del primo) sono riportati con un fattore moltiplicativo di 0.66. In generale gli andamenti delle due misure non appaiono correlati, e mentre le concentrazioni più elevate di CO<sub>2</sub> sono misurate a bassa quota, la superficie attiva mostra un andamento più variabile possibilmente anche in considerazione della misura mediata su 10s.

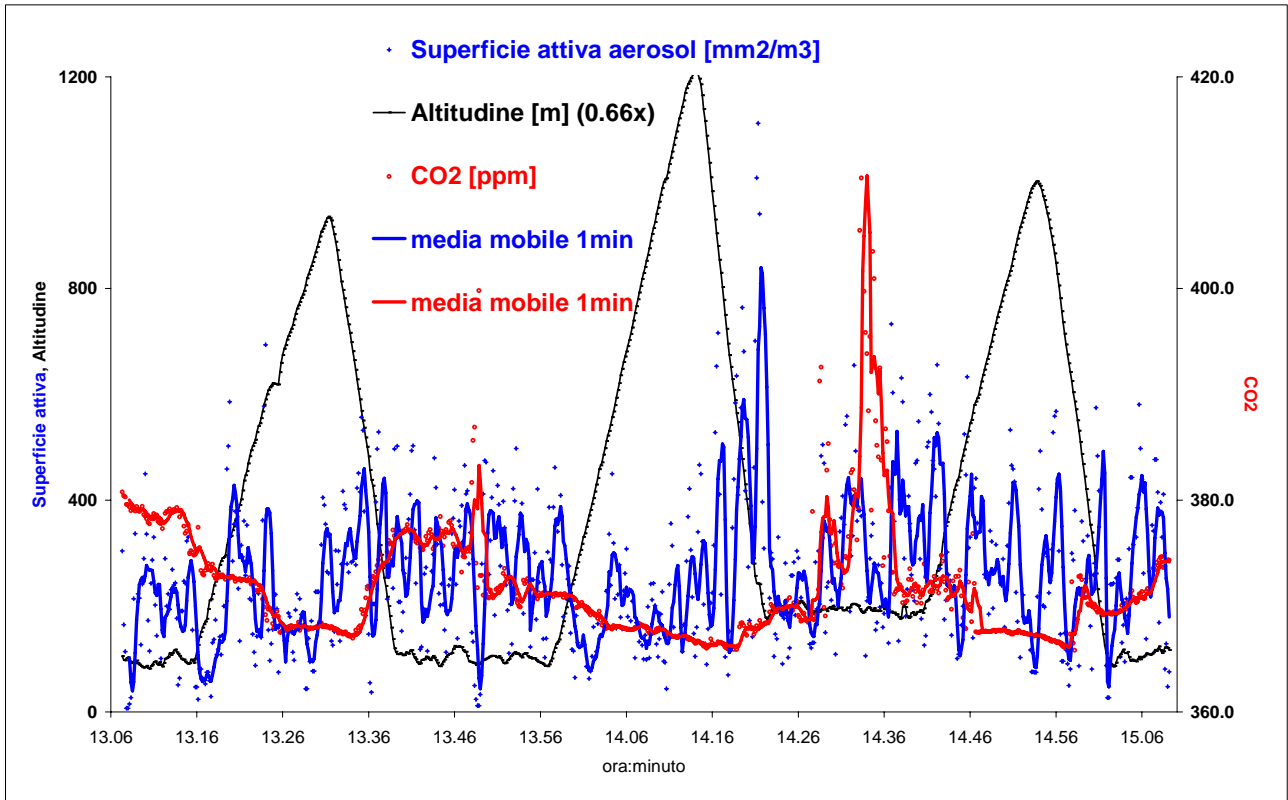


Figura 2. Volo 1: profilo temporale di quota velivolo, superficie attiva dell'aerosol e CO<sub>2</sub>

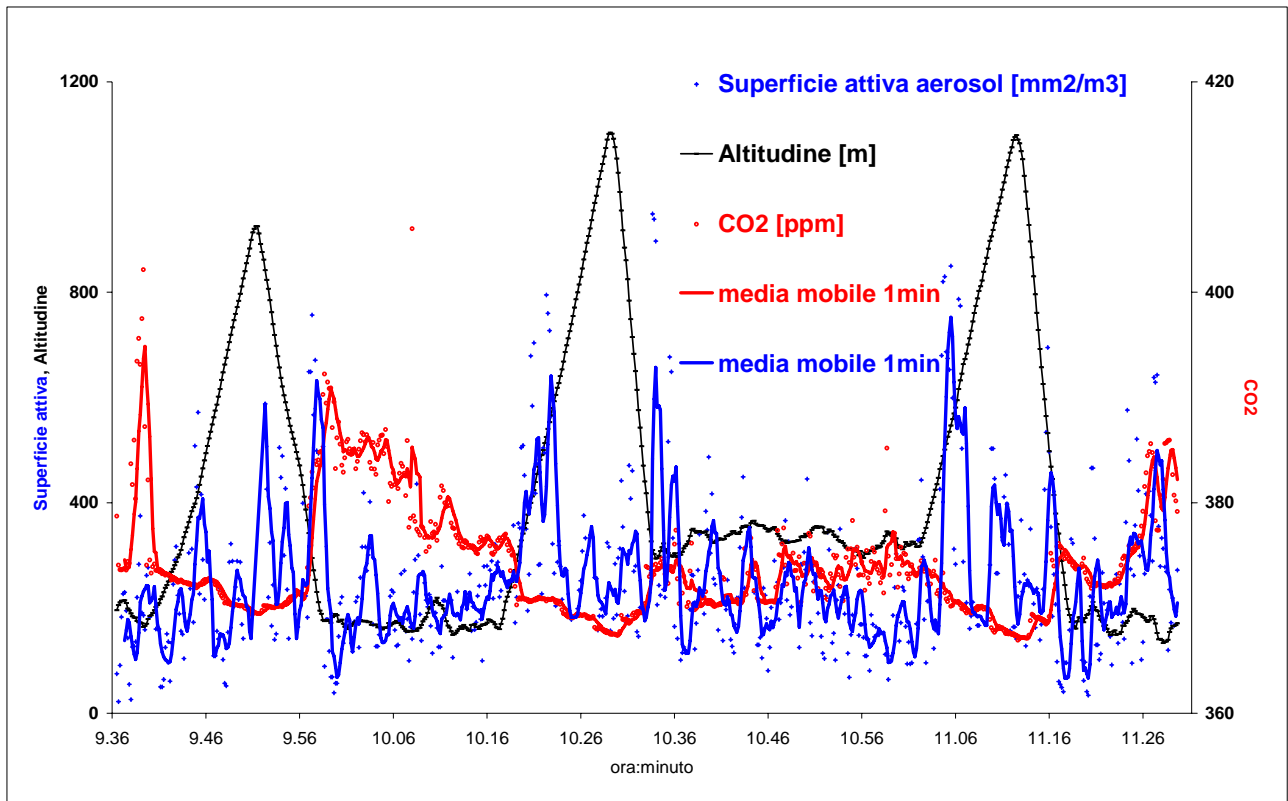


Figura 3. Volo 2: profilo temporale di quota velivolo, superficie attiva dell'aerosol e CO<sub>2</sub>

Per una migliore presentazione d'insieme dei valori registrati ciascun volo è stato diviso in due segmenti: uno di andata ed uno di ritorno da Padova a Mestre e viceversa. Per ciascun segmento sono stati realizzati i corrispondenti grafici della quota velivolo e dei valori misurati (figure 4a-d, 5a-d). I grafici riportano i valori misurati in corrispondenza delle proprie coordinate geografiche, le principali arterie di traffico, le ferrovie, i principali centri urbani, il fiume Brenta e la laguna di Venezia. Una discussione approfondita è rimandata all'integrazione delle misure presentate con quelle dettagliate di tipo meteorologico, appaiono comunque singolari alcuni eventi di valori massimi registrati per la superficie attiva alle 11:05 (primo volo, figura 2) e alle 14:22 (secondo volo figura 3) entrambe nel zona più a nordest del piano di volo, e per la CO<sub>2</sub> alle 9:40 (primo volo, figura 2) in avvicinamento al centro urbano di Padova, e alle 14:35 (secondo volo figura 3) in prossimità della zona industriale di Porto Marghera.

I quattro punti singolari sono facilmente riconoscibili nelle figure 4b, 4d e 5d dove è riportato il dettaglio del primo volo (figura4) e del secondo (figura5).

## Volo 1

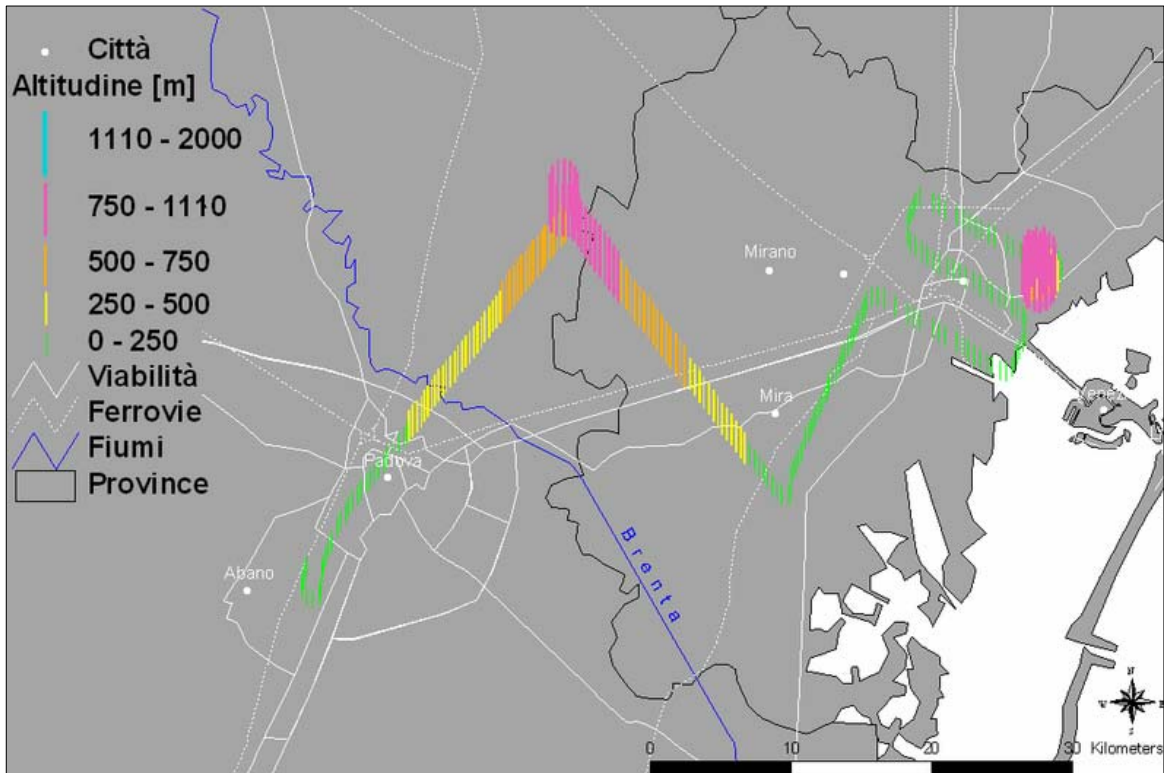


Figura 4a. Quota velivolo del volo 1 andata

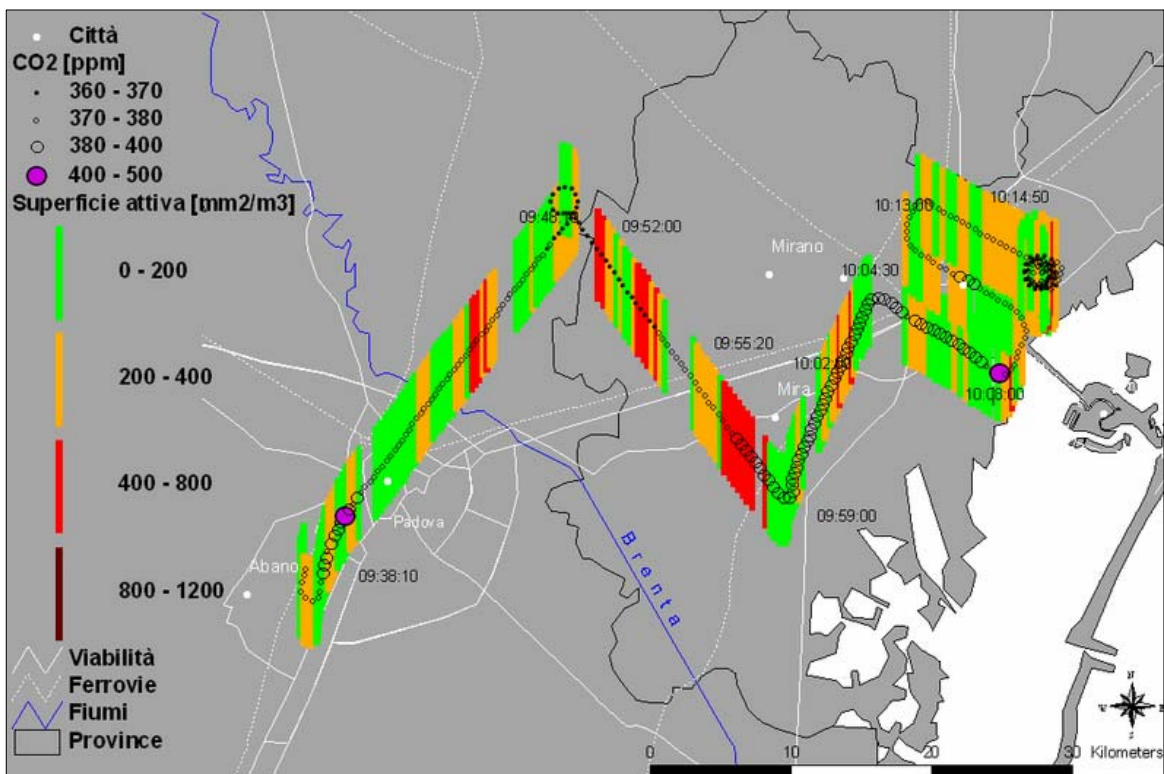


Figura 4b Superficie attiva e CO<sub>2</sub> registrati nel volo 1 andata

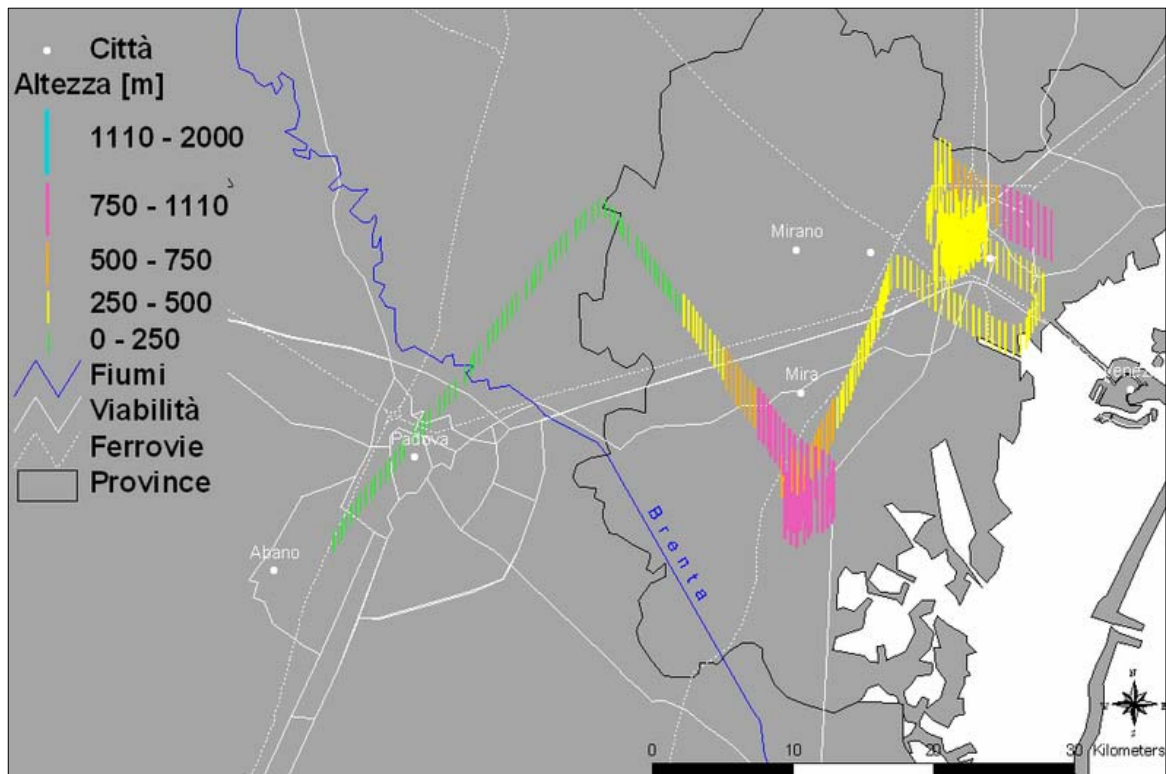


Figura 4c. Quota velivolo del volo 1 ritorno

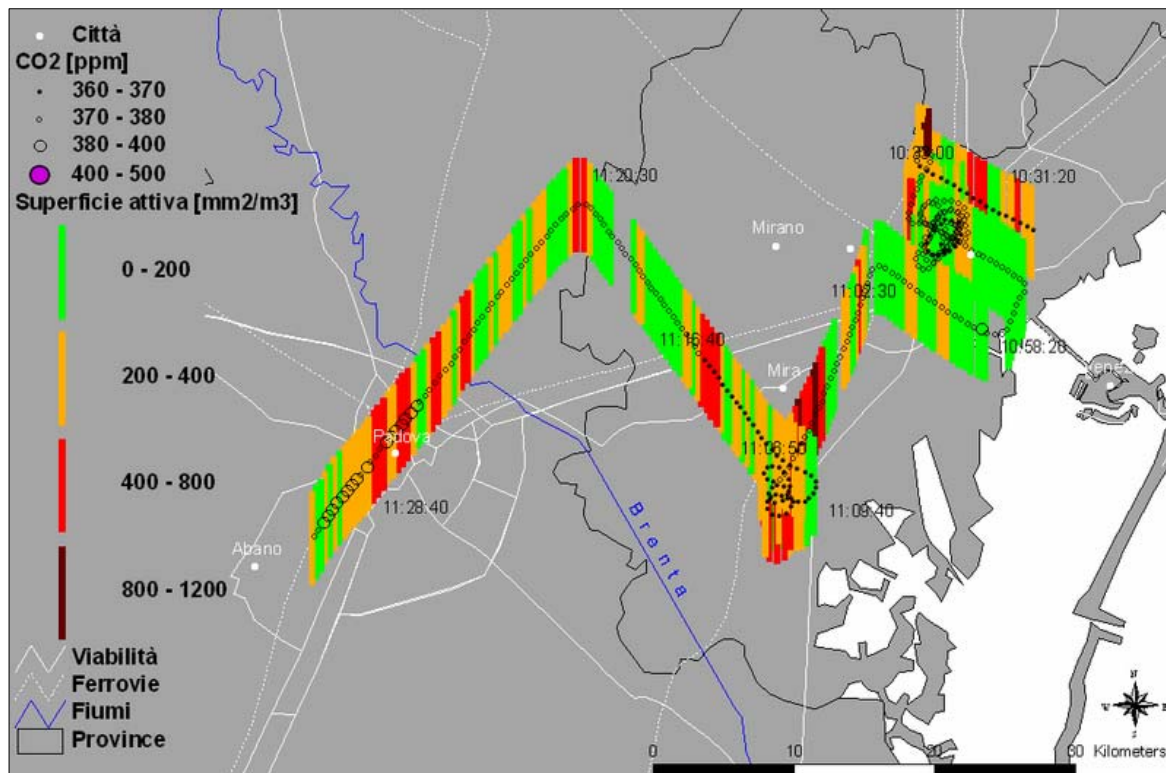


Figura 4d Superficie attiva e CO<sub>2</sub> registrati nel volo 1 ritorno

## Volo 2

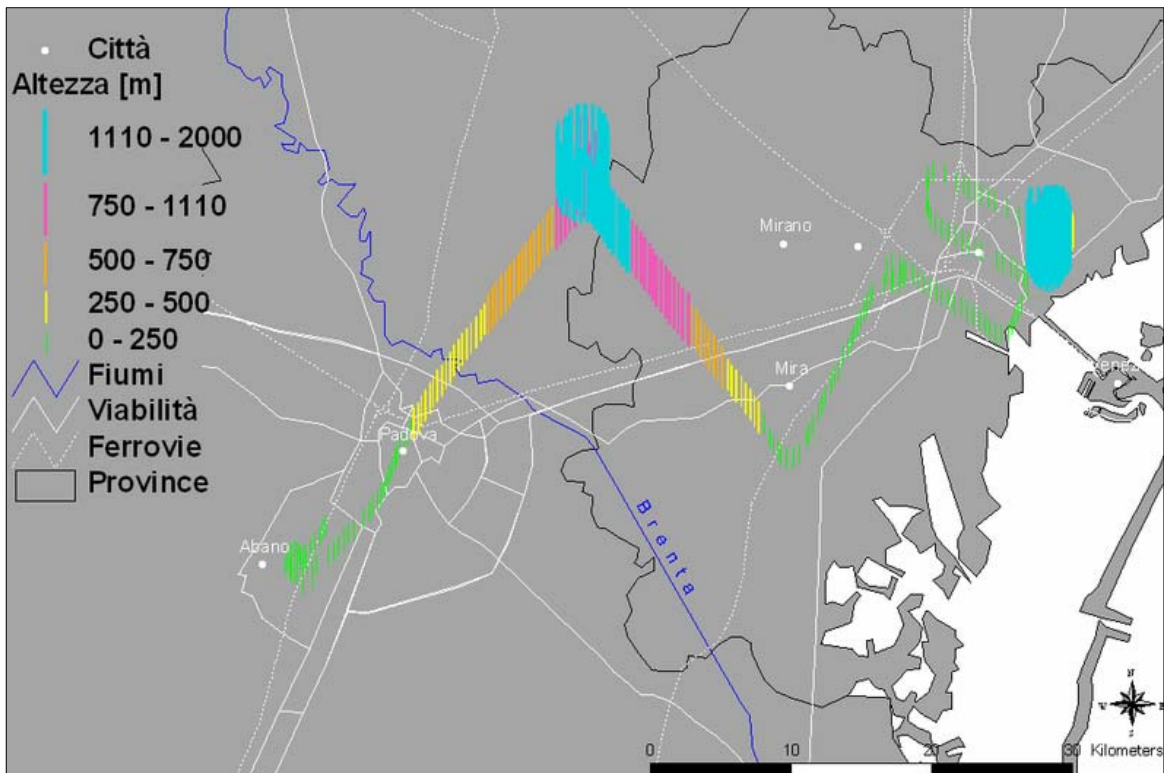


Figura 5a. Quota velivolo del volo 2 andata

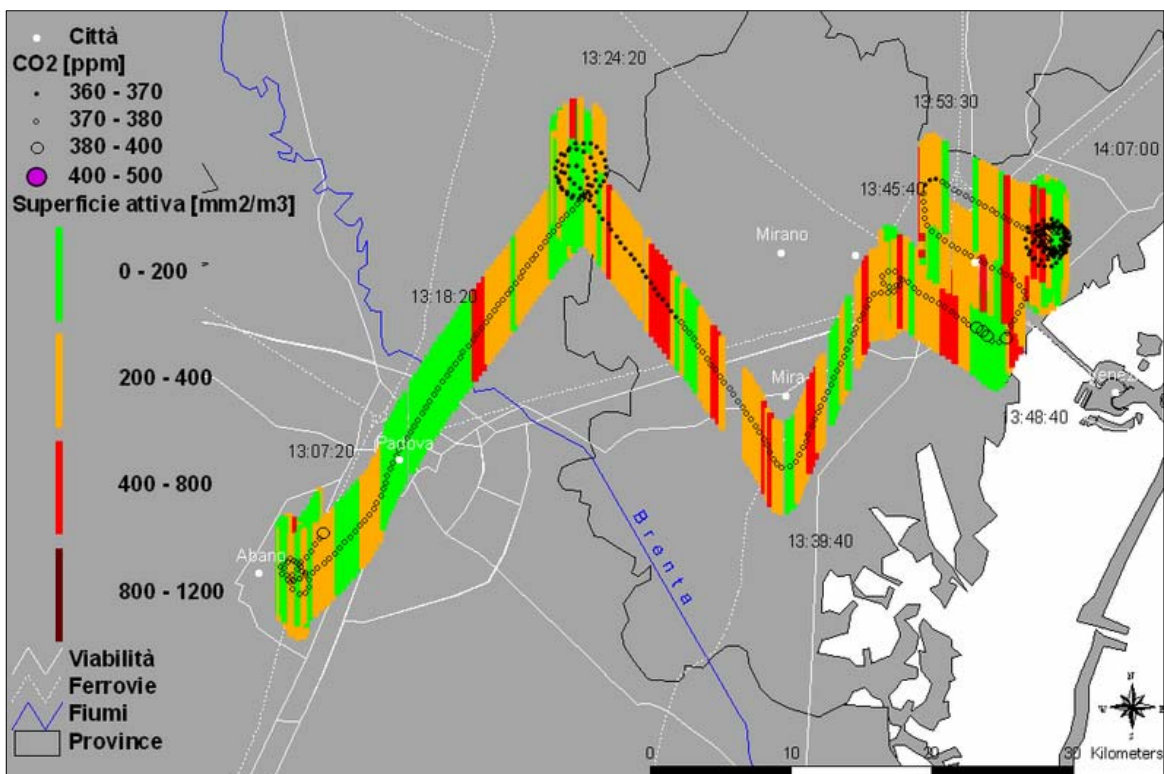


Figura 5b. Superficie attiva e CO<sub>2</sub> registrati nel volo 2 andata

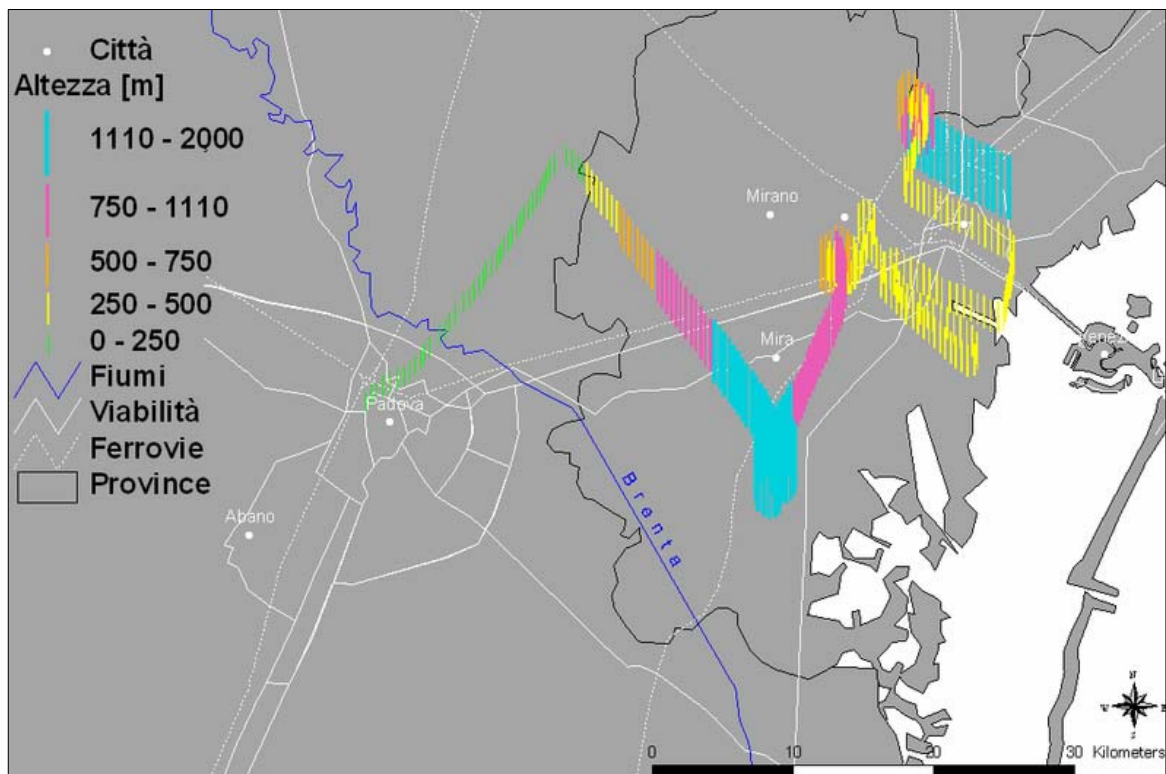


Figura 5c. Quota velivolo del volo 2 ritorno

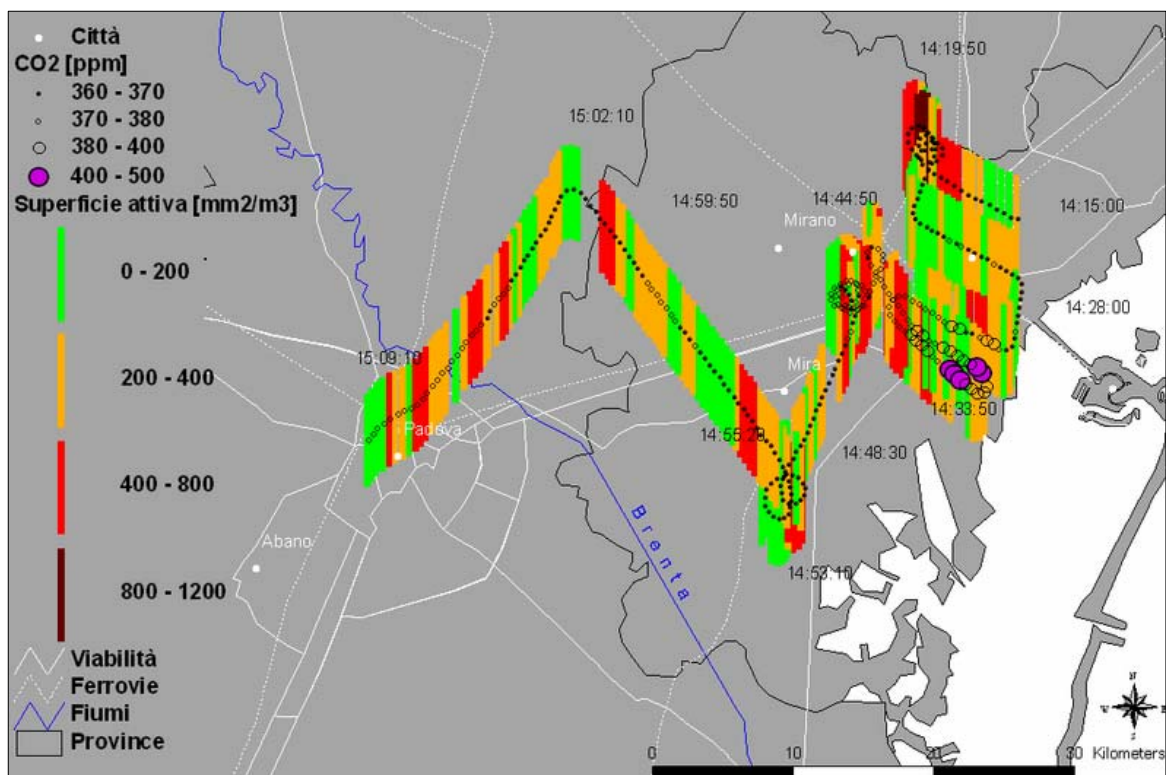
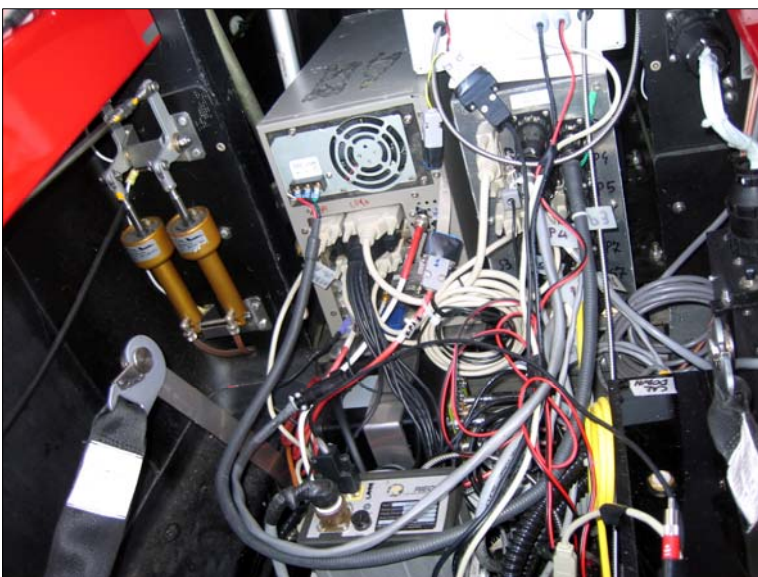


Figura 5d. Superficie attiva e CO<sub>2</sub> registrati nel volo 2 ritorno

di Aurelio Latella, Alessandro Benassi  
 ARPAV – Osservatorio Regionale Aria (ORAR), Mestre (Venezia)



*In alto la preparazione degli strumenti prima del volo, in basso a sx gli strumenti imbarcati e il sensore per la rilevazione della CO<sub>2</sub>*

## **7 MODELLO DI SERVIZIO DI MONITORAGGIO DEL TERRITORIO E DELL'AMBIENTE SU PIATTAFORMA AEREA LEGGERA**

### **7.1 CATALOGO DEI PRODOTTI**

La prima fase di test ha consentito di mettere a punto, sia pure in una versione preliminare, una sorta di articolata lista di prodotti che costituiscono l'esito di un complesso processo che parte dalla progettazione delle missioni, tiene conto delle caratteristiche del velivolo, della gamma dei sensori ad oggi utilizzati, della elaborazioni delle immagini grezze e che arriva alla predisposizione di materiali finali, che a loro volta sono frutto di strategie d'uso dei diversi sw utilizzati anche in ragione delle caratteristiche dei dati di base.



Di fatto è disponibile una prima serie di prodotti che la piattaforma SkyArrow può erogare, articolati in una buona serie di tematiche di interesse da parte di chi opera sul territorio, sia come operatore pubblico che come professionista.

Si tenga ben presente che in questa prima fase del test non è stata sviluppata l'attività di verifica a terra, necessaria come noto per validare i risultati e per calibrare il processo di elaborazione dei dati stessi.

La tabella riassume complessivamente i prodotti che possono essere ottenuti attraverso usi integrati di tecnologie e sensori. Sulla sinistra un elenco degli stessi, mentre nella parte centrale sono indicate le combinazioni dei sensori che possono concorrere alla realizzazione del prodotto. Sul lato destro della tabella sono indicati (si noti bene che si tratta di indicazioni di tipo orientativo) una serie di ulteriori e più aggiornate tecnologie di acquisizione di dati che potrebbero essere imbarcate sullo SkyArrow per le loro caratteristiche di ingombro e di peso.

Una ulteriore articolazione e descrizione dei prodotti, raggruppati per alcune grandi tematiche applicative, è presentata nelle 12 schede di dettaglio.

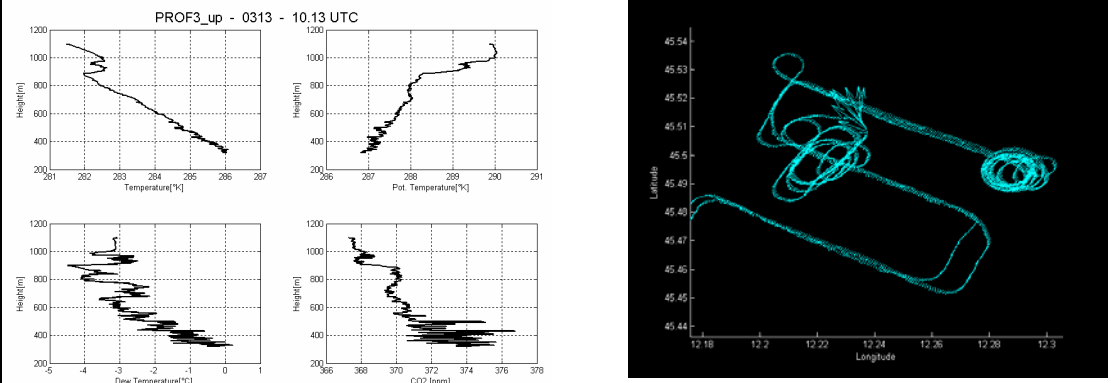
1. Monitoraggio indiretto traffico veicolare da emissione CO<sub>2</sub>
2. Gestione strumenti urbanistici: monitoraggio espansione urbanistica, controllo abusivismo, grado di antropizzazione del territorio
3. Gestione strumenti urbanistici: verifica e monitoraggio verde urbano
4. Monitoraggio aree agricole: seminativi (contributi alla semina), vigneti e ulivi, Precision farming, prati/pascoli (contributi)
5. Analisi espansione e stato di salute della vegetazione
6. Monitoraggio aree incendiate
7. Monitoraggio morfologia aree soggette a rischio
8. Monitoraggio aree costiere, localizzazione indiretta fonti inquinanti in laguna
9. Monitoraggio emissione di CO<sub>2</sub> su aree industriali
10. Monitoraggio grandi cantieri
11. Monitoraggio delle cave e discariche
12. Aggiornamento della cartografia


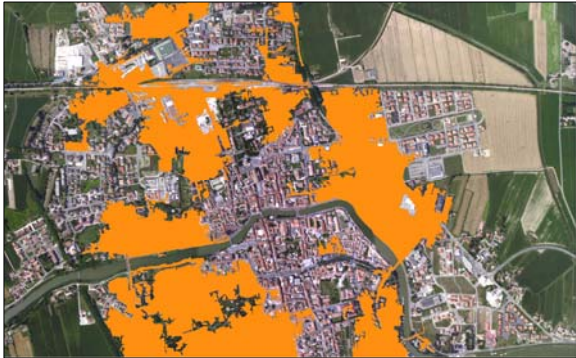
-  Sensori imbarcati  
 Sensori che possono essere imbarcati

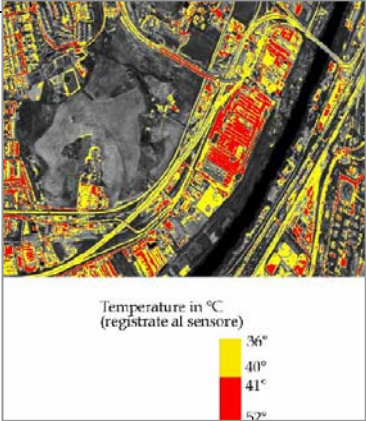
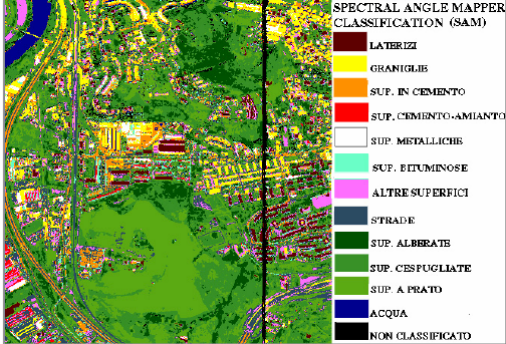
	Multispettrale DUNCAN	Termico FLIR	Visibile	Telecamera	Sniffer	Iperspettrale	Laser scanner	Aggiornamenti sul visibile	Fotocamere metriche	Sistema inerziale e GPS	Telecamera digitale
stima assorbimenti e delle emissioni di anidride carbonica					X						
mappatura dei gas inquinanti e dei livelli di traffico veicolare					X						
controllo dell'edificato, e dell'espansione urbana			X	X				X	X	X	X
controllo dell'abusivismo			X	X				X	X	X	X
mappatura del tessuto urbano per classi	X		X					X	X		
individuazione delle aree permeabili e impermeabili	X	X				X					
identificazione delle isole di calore		X				X					
calcolo della densità arborea ed arbustiva						X		X			
valutazione della qualità del verde (calcolo dell'indice NDVI )	X					X					
monitoraggio della produzione agricole *	X		X	X		X					
identificazione delle colture, conteggio delle piante*	X		X			X		X			
identificazione di aree danneggiate*							X	X	X		
valutazione dello stato di defoliazione delle piante*	X					X					
monitoraggio dell'uso del suolo e dei suoi cambiamenti			X			X		X	X		
Stima del numero delle piante e biomassa	X					X		X			
Stima della CO <sub>2</sub> stoccata					X						
calcolo dell'NDVI	X	X				X					
calcolo dello stress della vegetazione	X					X					
calcolo Indice di permeabilizzazione	X	X				X		X			
perimetrazione delle aree incendiate*	X	X	X	X		X		X			
catasto degli incendi boschivi*	X					X		X	X		
monitoraggio post incendio*			X	X				X			X
Mappatura aree a rischio*			X	X		X	X	X			
Analisi di supporto alla realizzazione dei piani di protezione civile*			X	X				X	X		X
Valutazione dei danni post-evento*			X	X				X	X		X
Dinamiche di evoluzione costiera ed erosione*			X					X	X		
Identificazione di scarichi abusivi in laguna *	X	X	X	X		X		X			X
Ricognizioni video, registrazione				X							X
Ricognizione con telecamera e controllo in tempo reale su web				X							X
Identificazione delle discariche abusive*	X	X	X			X		X			X
Identificazione presenza di percolato e biogas nelle discariche*	X	X	X			X	X			X	
realizzazione di Digital Terrain Model ad alta risoluzione							X			X	
mappatura dei dissesti							X	X	X	X	X
variazioni di volumetria delle cave e delle discariche							X	X			

## AREE URBANE

1

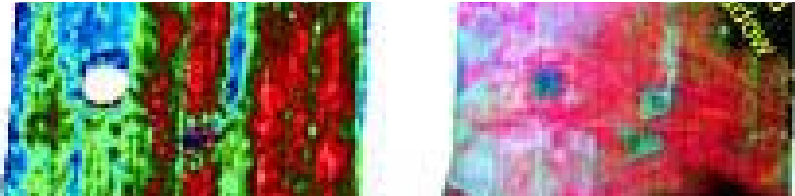
<p><b>Applicazione</b></p>	<p><b>Monitoraggio indiretto traffico veicolare da emissione CO<sub>2</sub></b></p> <p>Questo sistema permette di realizzare il monitoraggio periodico dell'inquinamento atmosferico e del suo trend in specifici ambiti territoriali (aree urbane, aree industriali, viabilità, ecc) Il sistema consente inoltre di misurare i flussi inquinanti a scala regionale.</p> <p>Queste applicazioni sono possibili attraverso la misura dirette in volo di:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- wind turbulence ad alta frequenza</li> <li>- concentrazione di specifici gas (CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O e opzionalmente Nox, Sox)</li> <li>- altri parametri ambientali (energia radiante, temperatura)</li> </ul> <p>La valutazione dei flussi di anidride carbonica, come indicato nel protocollo di Kyoto, contribuisce alla realizzazione di modelli previsionali dei cambiamenti climatici ed ad una valutazione del loro impatto ambientale.</p>
<p><b>Aree di riferimento</b></p>	<p>aree urbane, raccordi, tangenziali, incroci molto trafficati</p>
<p><b>Risultati e mappe ottenibili</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- stima degli assorbimenti e delle emissioni di anidride carbonica in vari contesti</li> <li>- mappatura dei gas inquinanti e dei livelli di traffico veicolare</li> <li>- valutazione dell'efficacia delle limitazioni del traffico</li> </ul> <div style="text-align: center;">  <p>The figure consists of five plots. On the left, four vertical profile plots show atmospheric parameters versus Height (m) from 200 to 1200. The plots are: 1) Temperature [°C] vs Height, 2) Pot. Temperature [°C] vs Height, 3) Dew Temperature [°C] vs Height, and 4) CO<sub>2</sub> [ppm] vs Height. On the right, a 2D map shows CO<sub>2</sub> concentration in the Rome area, with Latitude (45.44 to 45.54) on the y-axis and Longitude (12.18 to 12.3) on the x-axis. The map shows a dense network of cyan lines representing CO<sub>2</sub> concentration profiles.</p> </div> <p>Con Sky Arrow è possibile una valutazione quantitativa secondo il protocollo di Kyoto della quantità di gas-serra scambiate in atmosfera, programmando voli in specifiche ore del giorno.</p> <p>Un esempio di tali mappe sono riportate di sopra. La mappa a sinistra mostra la concentrazione di CO<sub>2</sub> nell'atmosfera a diverse altitudini intorno alla città di Roma, durante l'ora di punta di un giorno lavorativo. La mappa a destra mostra la medesima area durante un giorno festivo, in condizioni di traffico meno intense rispetto ad un giorno lavorativo e, conseguentemente, la quantità di CO<sub>2</sub> emessa era sensibilmente inferiore.</p>
<p><b>Sensori montati</b></p>	<p><b>Settore C</b></p> <p>La piattaforma aerea è equipaggiata con i seguenti strumenti a bordo, controllati dal pilota:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- sonda BAT per la determinazione del vento e della turbolenza atmosferica (con l'opzione futura di raccolta di campioni di aria)</li> <li>- Analizzatore <i>open-path</i> ad infrarossi per la determinazione di gas(CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O)</li> <li>- Laser altimetro per la determinazione dell'altitudine dell'aereo dal suolo</li> <li>- Sensori di temperatura e di radiazione luminosa dell'aria e delle superfici.</li> <li>- Ricevitori GPS per il posizionamento e la velocità dell'aereo</li> <li>- sistema, basato su vettori GPS, per la determinazione dall'altitudine dell'aereo</li> </ul>
<p><b>Enti interessati</b></p>	<p>Province, Comuni, ArpaV</p>

<b>Applicazione</b>	<b>Gestione strumenti urbanistici: monitoraggio espansione urbanistica, controllo abusivismo, grado di antropizzazione del territorio</b> <p>La maggior parte delle aree urbane affronta crescenti problemi di espansione disordinata, perdita di vegetazione e riduzione di spazi aperti.  E' determinante individuare gli elementi che caratterizzano spazi antropizzati in modo che usoe copertura del suolo futuri siano pianificati e gestiti efficacemente.  Lo scopo dell'applicazione è l'aggiornamento speditivo della mappe digitali con elevata accuratezza in accordo con la cartografia attualmente disponibile per la gestione del territorio e la pianificazione urbanistica.</p>
<b>Aree di riferimento</b>	Aree urbane
<b>Risultati e mappe ottenibili</b>	<p>Attraverso il monitoraggio da aereo è possibile:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- controllo dell'edificato, e dell'espansione urbana</li> <li>- controllo dell'abusivismo (analisi multitemporale e di dettaglio)</li> <li>- mappatura del tessuto urbano per classi (continuo, denso , discontinuo...)</li> <li>- aggiornamento speditivo cartografia comunale</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div>
<b>Sensori montati</b>	<b>Settore B</b> L'aereo è equipaggiato con: <ul style="list-style-type: none"> <li>- camera Multispettale digitale in grado di immagazzinare immagini digitali con una risoluzione di 6.2 Mpixel in tre specifiche bande, configurate in base all'obiettivo della missione. Le bande spettrali possono essere scelte nel visibile (immagini RGB) e nel vicino infrarosso (lunghezza d'onda fino a 1000 nm)</li> <li>- camera digitale per l'acquisizione di immagini ad alta risoluzione nel campo del visibile</li> <li>- camera digitale termica in grado di immagazzinare immagini ad alta risoluzione (320x240 pixels) nell'infrarosso termico (lunghezza d'onda 8-12 micron)</li> <li>- GPS ad alta precisione in grado di fornire la posizione nelle tre dimensioni e la velocità dell'aereo ad una velocità fino a 10 volte al secondo)</li> <li>- Laser altimetro in grado di misurare l'altitudine dell'aereo rispetto al suolo</li> </ul>
<b>Enti interessati</b>	Comuni

<b>Applicazione</b>	<b>Gestione strumenti urbanistici: verifica e monitoraggio verde urbano</b> Il riconoscimento dei materiali e della loro risposta termica permette di valutarne l'influenza sul microclima in ambito urbano, in particolar è utile per individuare soluzioni atte a mitigare il fenomeno delle isole del calore.
<b>Aree di riferimento</b>	Aree urbane, centri storici e periferie
<b>Risultati e mappe ottenibili</b>	Dall'analisi dei dati multispettrali è possibile individuare alcuni indicatori urbanistico-ecologici: <ul style="list-style-type: none"> <li>- individuazione delle aree permeabili (suolo nudo) e impermeabili (aree cementificate)</li> <li>- calcolo indice di permeabilità delle superfici</li> <li>- identificazione delle isole di calore</li> <li>- calcolo densità arborea ed arbustiva</li> <li>- valutazione della qualità del verde mediante calcolo dell'indice NDVI (Normalised Difference Vegetation Index)</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div data-bbox="368 775 735 1193" style="text-align: center;">  <p>Temperature in °C (registrate al sensore)</p> <p>36° 40° 41° 52°</p> </div> <div data-bbox="906 869 1414 1211" style="text-align: center;">  <p>SPECTRAL ANGLE MAPPER CLASSIFICATION (SAM)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>LATERIZI</li> <li>GRANIGLIE</li> <li>SUP. IN CEMENTO</li> <li>SUP. CEMENTO-AMIANTO</li> <li>SUP. METALLICHE</li> <li>SUP. BITUMINOSE</li> <li>ALTRE SUPERFICI</li> <li>STRADE</li> <li>SUP. ALBERATE</li> <li>SUP. CESPUGLIATE</li> <li>SUP. A PRATO</li> <li>ACQUA</li> <li>NON CLASSIFICATO</li> </ul> </div> </div>
<b>Sensori montati</b>	<b>Settore B</b> L'aereo è equipaggiato con: <ul style="list-style-type: none"> <li>- camera Multispettale digitale in grado di immagazzinare immagini digitali con una risoluzione di 6.2 Mpixel in tre specifiche bande, configurate in base all'obiettivo della missione. Le bande spettrali possono essere scelte nel visibile (immagini RGB) e nel vicino infrarosso (lunghezza d'onda fino a 1000 nm)</li> <li>- camera digitale per l'acquisizione di immagini ad alta risoluzione nel campo del visibile</li> <li>- camera digitale termica in grado di immagazzinare immagini ad alta risoluzione (320x240 pixels) nell'infrarosso termico (lunghezza d'onda 8-12 micron)</li> <li>- GPS ad alta precisione in grado di fornire la posizione nelle tre dimensioni e la velocità dell'aereo ad una velocità fino a 10 volte al secondo)</li> <li>- Laser altimetro in grado di misurare l'altitudine dell'aereo rispetto al suolo</li> </ul>
<b>Enti interessati</b>	Comuni, Province

## AREE AGRICOLE


4

<b>Applicazione</b>	<b>Monitoraggio aree agricole: seminativi (contributi alla semina), vigneti e ulivi, Precision farming, prati/pascoli (contributi)</b> Questa tecnica è basata su un sistema di telerilevamento multispettrale nelle seguenti bande: <ul style="list-style-type: none"> <li>- infrarosso termico</li> <li>- infrarosso vicino</li> <li>- visibile</li> </ul> L'elaborazione dei dati consente il controllo e verifica di colture soggette a particolare normativa di tutela, come i vigneti, gli ulivi e i pascoli montani, oppure soggetti a incentivazione come i seminativi.
<b>Aree di riferimento</b>	Aree agricole
<b>Risultati e mappe ottenibili</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- monitoraggio della produzione agricole e della qualità delle colture*</li> <li>- identificazione delle colture, conteggio delle piante*</li> <li>- identificazione di aree danneggiate*</li> </ul> <div style="text-align: center;">  </div>
<b>Sensori montati</b>	<b>Settore B</b> L'aereo è equipaggiato con: <ul style="list-style-type: none"> <li>- camera Multispettrale digitale in grado di immagazzinare immagini digitali con una risoluzione di 6.2 Mpixel in tre specifiche bande, configurate in base all'obiettivo della missione. Le bande spettrali possono essere scelte nel visibile (immagini RGB) e nel vicino infrarosso (lunghezza d'onda fino a 1000 nm)</li> <li>- camera digitale per l'acquisizione di immagini ad alta risoluzione nel campo del visibile</li> <li>- camera digitale termica in grado di immagazzinare immagini ad alta risoluzione (320x240 pixels) nell'infrarosso termico (lunghezza d'onda 8-12 micron)</li> <li>- GPS ad alta precisione in grado di fornire la posizione nelle tre dimensioni e la velocità dell'aereo ad una velocità fino a 10 volte al secondo)</li> <li>- Laser altimetro in grado di misurare l'altitudine dell'aereo rispetto al suolo</li> </ul>
<b>Enti interessati</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Istituto vitivinicolo</li> <li>- Produttori di vini</li> <li>- Col diretti</li> <li>- Comunità montana</li> <li>- Regione del Veneto</li> <li>- RINA</li> <li>- SIAN</li> </ul>

\* non realizzate, da verificare

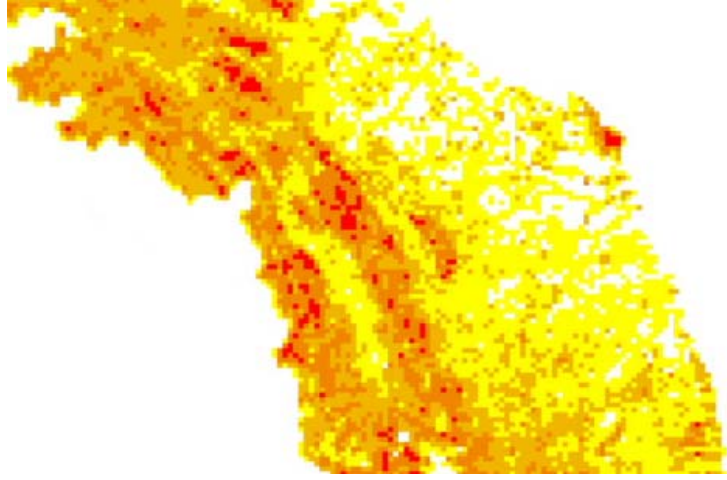
## AREE NATURALI

5

<b>Applicazione</b>	<p><b>Analisi espansione e stato di salute della vegetazione</b></p> <p>E' possibile effettuare l'analisi dello stato della vegetazione nelle aree naturali attraverso l'utilizzo integrato di vari sensori in tre diversi assetti in cui Sky Arrow può essere configurato.</p> <p>Il sensore multispettrale e la camera termica permettono l'acquisizione di immagini digitali nell'intervallo del visibile, del vicino e dell'infrarosso termico, consentendo inoltre il monitoraggio della temperatura del suolo.</p> <p>La strumentazione per il rilevamento dei gas serra in volo permette il calcolo dello scambio di CO2 tra vegetazione e atmosfera</p>	
<b>Aree di riferimento</b>	Aree boschive e vegetate, parchi naturali	
<b>Risultati e mappe ottenibili</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- la valutazione dello stato di defoliazione delle piante*</li> <li>- monitoraggio dell'uso del suolo e dei suoi cambiamenti (boschi, suolo nudo, aree verdi)</li> <li>- Stima del numero delle piante e biomassa</li> <li>- Stima della CO2 stoccata</li> <li>- calcolo dell'NDVI,</li> <li>- calcolo dello stress della vegetazione</li> <li>- Indice di permeabilizzazione</li> </ul>	
<b>Sensori montati</b>	<p><b>Settore B</b></p> <p>L'aereo è equipaggiato con:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- camera Multispettrale digitale in grado di immagazzinare immagini digitali con una risoluzione di 6.2 Mpixel in tre specifiche bande, configurate in base all'obiettivo della missione. Le bande spettrali possono essere scelte nel visibile (immagini RGB) e nel vicino infrarosso (lunghezza d'onda fino a 1000 nm)</li> <li>- camera digitale per l'acquisizione di immagini ad alta risoluzione nel campo del visibile</li> <li>- camera digitale termica in grado di immagazzinare immagini ad alta risoluzione (320x240 pixels) nell'infrarosso termico (lunghezza d'onda 8-12 micron)</li> <li>- GPS ad alta precisione in grado di fornire la posizione nelle tre dimensioni e la velocità dell'aereo ad una velocità fino a 10 volte al secondo)</li> <li>- Laser altimetro in grado di misurare l'altitudine dell'aereo rispetto al suolo</li> </ul> <p><b>Settore C</b></p> <p>La piattaforma aerea è equipaggiata con i seguenti strumenti a bordo, controllati dal pilota:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- sonda BAT per la determinazione del vento e della turbolenza atmosferica (con l'opzione futura di raccolta di campioni di aria)</li> <li>- sistema, basato su vettori GPS, per la determinazione dall'altitudine dell'aereo</li> <li>- Analizzatore <i>open-path</i> ad infrarossi per la determinazione di gas(CO2, H2O)</li> <li>- Laser altimetro per la determinazione dell'altitudine dell'aereo dal suolo</li> <li>- Ricevitori GPS per il posizionamento e la velocità dell'aereo</li> <li>- Sensori di temperatura e di radiazione luminosa dell'aria e delle superfici.</li> </ul>	
<b>Enti interessati</b>	Enti parco, Regione Veneto - settore Foreste	

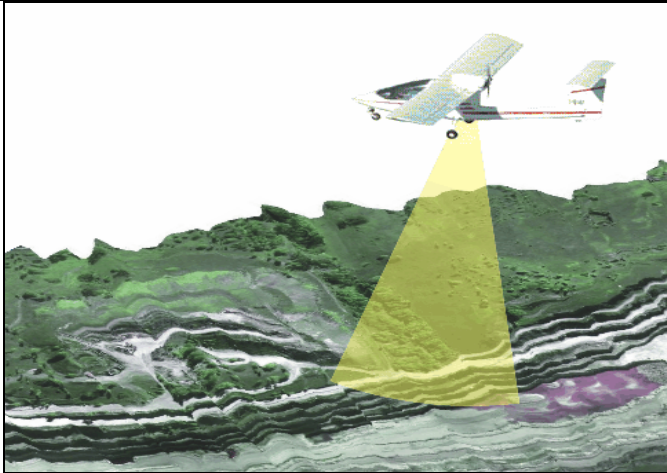
\* non realizzate, da verificare

## 6

<b>Applicazione</b>	<b>Monitoraggio aree incendiate</b> Per arginare la componente dolosa degli incendi ed annullare la possibilità di trarre profitto dalle aree incendiate la legislazione nazionale prescrive l'istituzione da parte dei comuni di un catasto dei suoli colpiti da incendio che rende effettivo il divieto di svolgere determinate attività su terreni attraversati dal fuoco.
<b>Aree di riferimento</b>	Aree boschive incendiate
<b>Risultati e mappe ottenibili</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- perimetrazione delle aree incendiate*</li> <li>- catasto degli incendi boschivi*</li> <li>- monitoraggio post incendio*</li> </ul> 
<b>Sensori montati</b>	<b>Settore B</b> L'aereo è equipaggiato con: <ul style="list-style-type: none"> <li>- camera Multispettale digitale in grado di immagazzinare immagini digitali con una risoluzione di 6.2 Mpixel in tre specifiche bande, configurate in base all'obiettivo della missione. Le bande spettrali possono essere scelte nel visibile (immagini RGB) e nel vicino infrarosso (lunghezza d'onda fino a 1000 nm)</li> <li>- camera digitale per l'acquisizione di immagini ad alta risoluzione nel campo del visibile</li> <li>- camera digitale termica in grado di immagazzinare immagini ad alta risoluzione (320x240 pixels) nell'infrarosso termico (lunghezza d'onda 8-12 micron)</li> <li>- GPS ad alta precisione in grado di fornire la posizione nelle tre dimensioni e la velocità dell'aereo ad una velocità fino a 10 volte al secondo)</li> <li>- Laser altimetro in grado di misurare l'altitudine dell'aereo rispetto al suolo</li> </ul>
<b>Enti interessati</b>	Comuni, Protezione civile, Regione


\* non realizzate, da verificare

## 7

<b>Applicazione</b>	<b>Monitoraggio morfologia aree soggette a rischio</b> Il monitoraggio dei rischi è stato finora svolto "a posteriori", ovvero identificando gli eventi di modificazioni e di rischio ambientale. L'uso della piattaforma Sky arrow consente invece a chi amministra e protegge il territorio e la popolazioni di utilizzare strumenti efficaci anche in tempo reale per: <ul style="list-style-type: none"> <li>- la prevenzione</li> <li>- la gestione delle crisi</li> <li>- il monitoraggio degli eventi</li> <li>- la valutazione economica e ambientale dei danni</li> </ul>
<b>Aree di riferimento</b>	Aree soggette a rischio idrico, frane, terremoti e smottamenti per valutazione preventive e post- evento (stima dei danni)
<b>Risultati e mappe ottenibili</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mappatura aree a rischio*</li> <li>- Analisi di supporto alla realizzazione dei piani di protezione civile*</li> <li>- Valutazione dei danni post-evento*</li> </ul> 
<b>Sensori montati</b>	<b>Settore B</b> L'aereo è equipaggiato con: <ul style="list-style-type: none"> <li>- camera Multispettrale digitale in grado di immagazzinare immagini digitali con una risoluzione di 6.2 Mpixel in tre specifiche bande, configurate in base all'obiettivo della missione. Le bande spettrali possono essere scelte nel visibile (immagini RGB) e nel vicino infrarosso (lunghezza d'onda fino a 1000 nm)</li> <li>- camera digitale per l'acquisizione di immagini ad alta risoluzione nel campo del visibile</li> <li>- camera digitale termica in grado di immagazzinare immagini ad alta risoluzione (320x240 pixels) nell'infrarosso termico (lunghezza d'onda 8-12 micron)</li> <li>- GPS ad alta precisione in grado di fornire la posizione nelle tre dimensioni e la velocità dell'aereo ad una velocità fino a 10 volte al secondo)</li> <li>- Laser altimetro in grado di misurare l'altitudine dell'aereo rispetto al suolo</li> </ul>
<b>Enti interessati</b>	Autorità di bacino, Regione Veneto

\* non realizzate, da verificare

## 8

<b>Applicazione</b>	<b>Monitoraggio aree costiere, localizzazione indiretta fonti inquinanti in laguna</b> Il monitoraggio delle aree costiere e delle fonti inquinanti delle acque
<b>Aree di riferimento</b>	Aree costiere
<b>Risultati e mappe ottenibili</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- dinamiche di evoluzione costiera ed erosione*</li> <li>- identificazione di scarichi abusivi in laguna *</li> </ul> 
<b>Sensori montati</b>	<b>Settore B</b> L'aereo è equipaggiato con: <ul style="list-style-type: none"> <li>- camera Multispettale digitale in grado di immagazzinare immagini digitali con una risoluzione di 6.2 Mpixel in tre specifiche bande, configurate in base all'obiettivo della missione. Le bande spettrali possono essere scelte nel visibile (immagini RGB) e nel vicino infrarosso (lunghezza d'onda fino a 1000 nm)</li> <li>- camera digitale per l'acquisizione di immagini ad alta risoluzione nel campo del visibile</li> <li>- camera digitale termica in grado di immagazzinare immagini ad alta risoluzione (320x240 pixels) nell'infrarosso termico (lunghezza d'onda 8-12 micron)</li> <li>- GPS ad alta precisione in grado di fornire la posizione nelle tre dimensioni e la velocità dell'aereo ad una velocità fino a 10 volte al secondo)</li> <li>- Laser altimetro in grado di misurare l'altitudine dell'aereo rispetto al suolo</li> </ul>
<b>Enti interessati</b>	Regione Veneto, ArpaV

\* non realizzate, da verificare

## CAVE, DISCARICHE, AREE INDUSTRIALI

9

<b>Applicazione</b>	<b>Monitoraggio emissione di CO<sub>2</sub> su aree industriali</b>
	Vedi scheda 1

10

<b>Applicazione</b>	<b>Monitoraggio grandi cantieri</b>
	Vedi scheda 7

11

<b>Applicazione</b>	<b>Monitoraggio delle cave e discariche</b>
<b>Aree di riferimento</b>	cave e discariche
<b>Risultati e mappe ottenibili</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- identificazione delle discariche abusive*</li> <li>- identificazione delle fughe di calore ricollegabili alla presenza di percolato e biogas nelle discariche*</li> </ul>
	
<b>Sensori montati</b>	<p><b>Settore B</b></p> <p>L'aereo è equipaggiato con:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- camera Multispettale digitale in grado di immagazzinare immagini digitali con una risoluzione di 6.2 Mpixel in tre specifiche bande, configurate in base all'obiettivo della missione. Le bande spettrali possono essere scelte nel visibile (immagini RGB) e nel vicino infrarosso (lunghezza d'onda fino a 1000 nm)</li> <li>- camera digitale per l'acquisizione di immagini ad alta risoluzione nel campo del visibile</li> <li>- camera digitale termica in grado di immagazzinare immagini ad alta risoluzione (320x240 pixels) nell'infrarosso termico (lunghezza d'onda 8-12 micron)</li> <li>- GPS ad alta precisione in grado di fornire la posizione nelle tre dimensioni e la velocità dell'aereo ad una velocità fino a 10 volte al secondo)</li> <li>- Laser altimetro in grado di misurare l'altitudine dell'aereo rispetto al suolo</li> </ul>
<b>Enti interessati</b>	Consorzi per la gestione dei rifiuti, Province, Comuni

\* non realizzate, da verificare

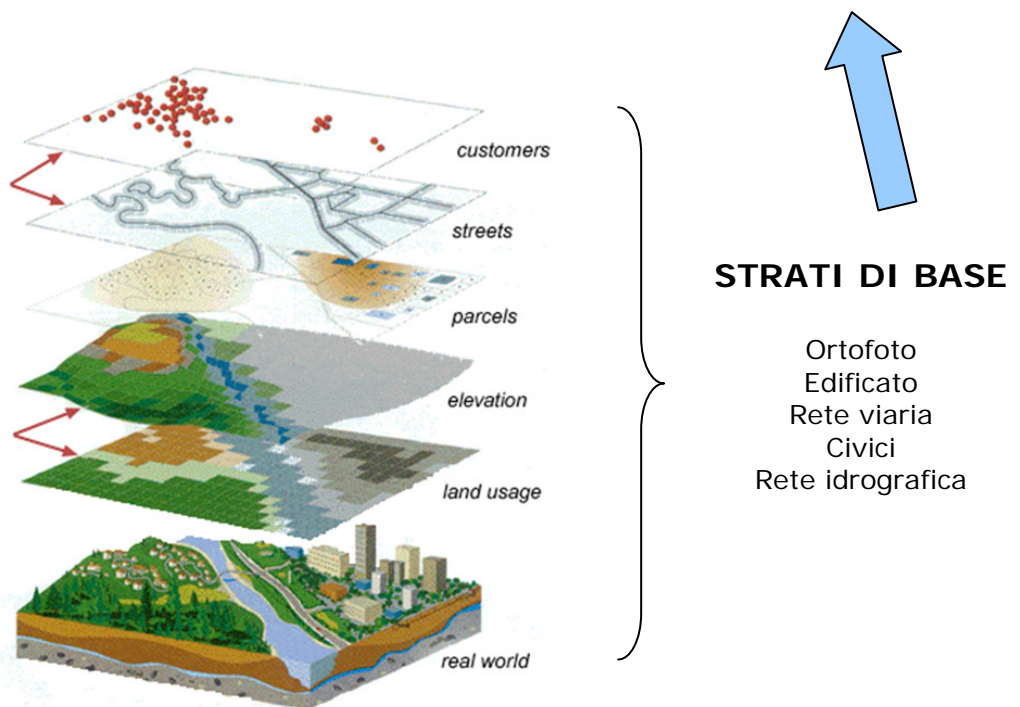
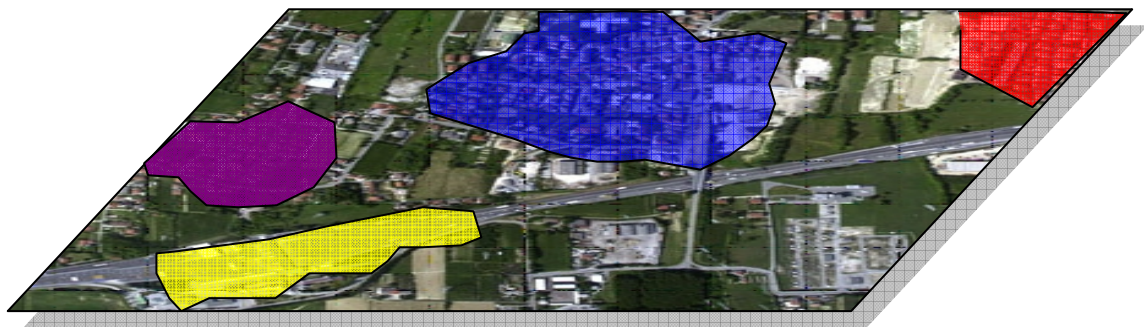
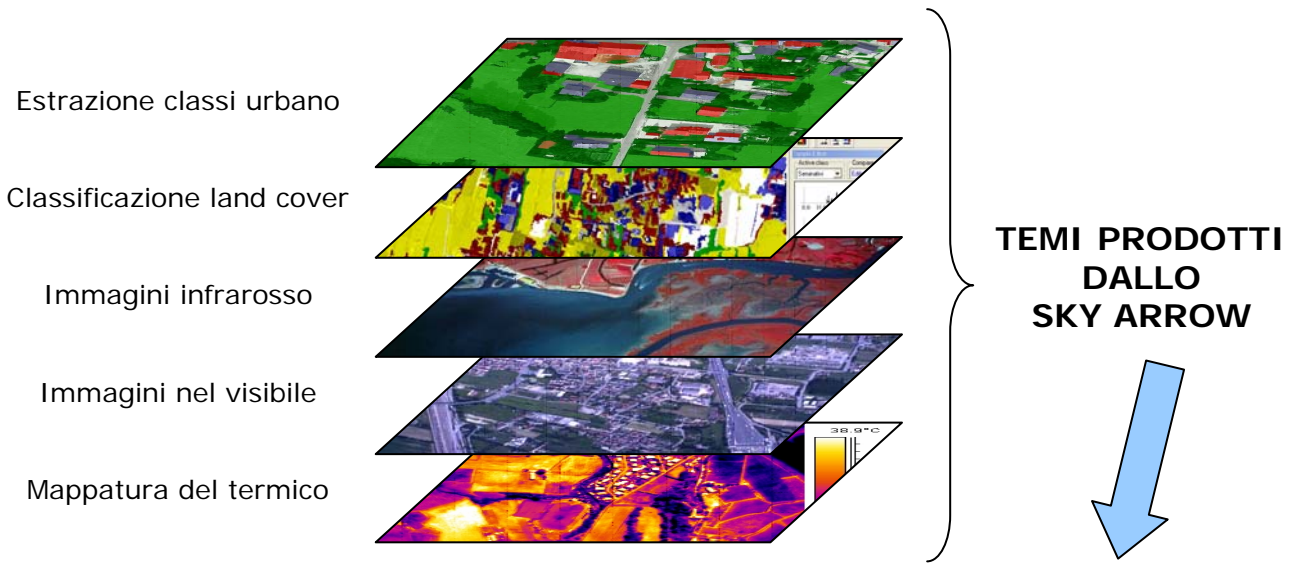
## CARTOGRAFIA

12

<b>Applicazione</b>	<b>Aggiornamento della cartografia</b>
<b>Aree di riferimento</b>	Centri urbane, case sparse, porzioni di aree comunali
<b>Risultati e mappe ottenibili</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aggiornamento della CTRN</li> <li>- Aggiornamento delle CTCN o altre cartografie di dettaglio</li> </ul>
<b>Sensori montati</b>	<p><b>Settore B</b></p> <p>L'aereo è equipaggiato con:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- camera Multispettatale digitale in grado di immagazzinare immagini digitali con una risoluzione di 6.2 Mpixel in tre specifiche bande, configurate in base all'obiettivo della missione. Le bande spettrali possono essere scelte nel visibile (immagini RGB) e nel vicino infrarosso (lunghezza d'onda fino a 1000 nm)</li> <li>- camera digitale per l'acquisizione di immagini ad alta risoluzione nel campo del visibile</li> <li>- camera digitale termica in grado di immagazzinare immagini ad alta risoluzione (320x240 pixels) nell'infrarosso termico (lunghezza d'onda 8-12 micron)</li> <li>- GPS ad alta precisione in grado di fornire la posizione nelle tre dimensioni e la velocità dell'aereo ad una velocità fino a 10 volte al secondo)</li> <li>- Laser altimetro in grado di misurare l'altitudine dell'aereo rispetto al suolo</li> </ul>
<b>Enti interessati</b>	Comuni, Province, Consorzi e aziende municipalizzate



## 7.2 INTEGRAZIONE CON ALTRE BASI INFORMATIVE



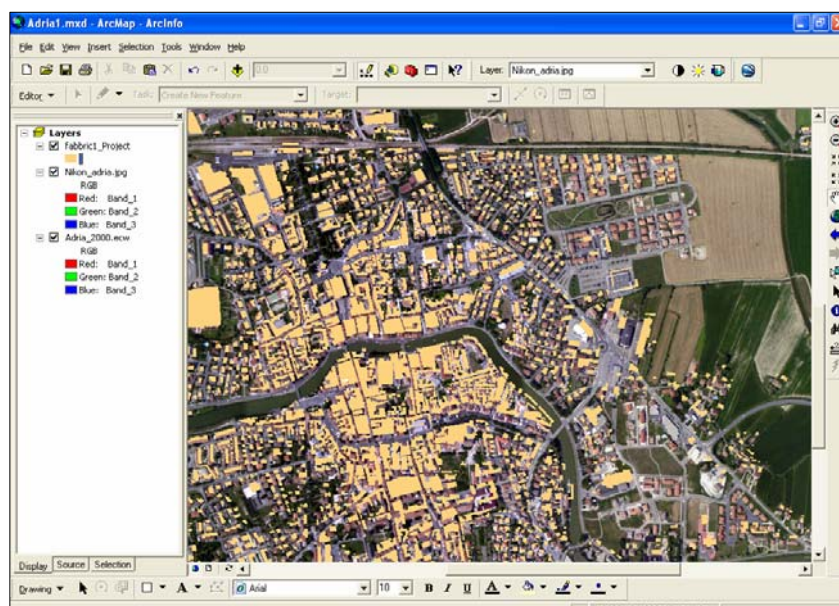
L'immagine indica in modo sintetico la modalità specifica nell'ambito della quale deve essere considerato il contributo della piattaforma Sky Arrow all'integrazione di dati che fanno riferimento ad aree estese e ad altro livello qualitativo. Infatti i dati e i prodotti che caratterizzano la piattaforma, per le loro caratteristiche intrinseche, per la relativa limitata dimensione territoriale di riferimento, per l'utilizzo a bassa e bassissima quota, possono essere utilmente utilizzati nella prospettiva dell'integrazione di una base dati territoriale disponibile.

In altri termini le caratteristiche specifiche dei diversi prodotti della piattaforma costituiscono delle verticalizzazioni sia relative a specifici tematismi legati alla gestione del territorio e dell'ambiente, sia ad approfondimenti conoscitivi riferibili a limitate porzioni di territorio.

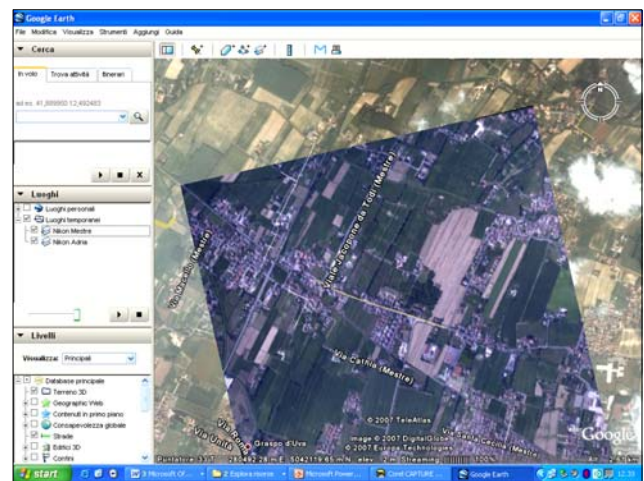
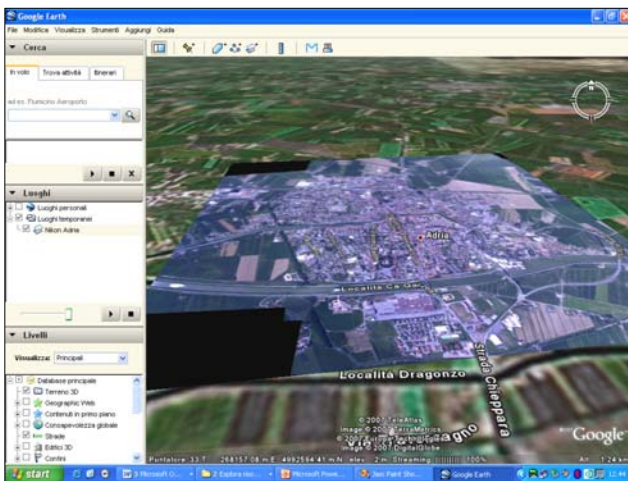
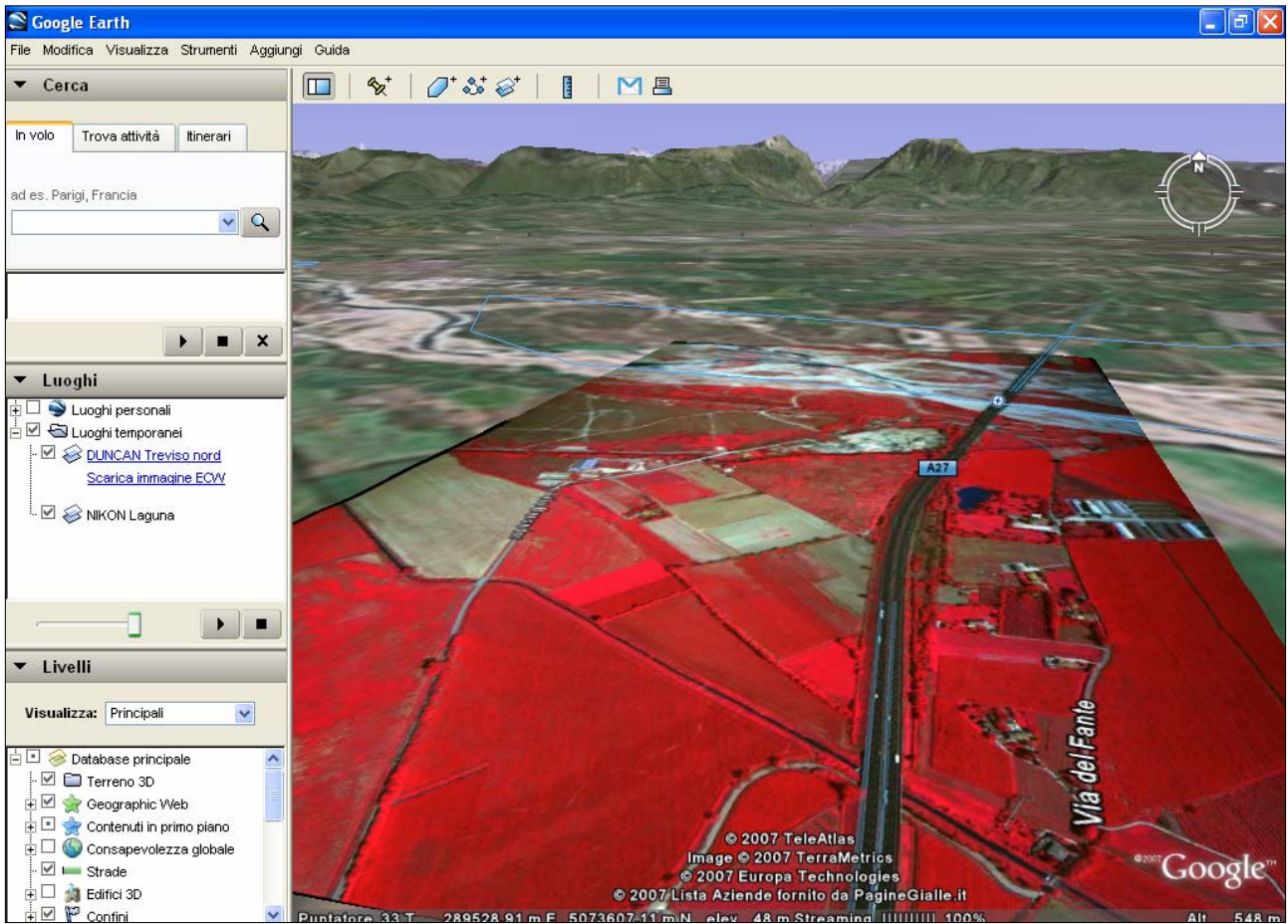
L'attività di monitoraggio sistematico e ricorrente può sensatamente appoggiarsi su una infrastruttura conoscitiva di base costituita ad esempio da ortofoto digitale a colori a grande scala (1:10.000/1:5.000) ad alta definizione, e da alcuni layers tematici quali l'edificato, la rete viabilistica con la numerazione civica e la rete idrografica. Su tale infrastruttura conoscitiva di base possono essere quindi "appoggiate" le informazioni tematiche acquisite e rinnovate con frequenza, con modalità simili a quelle descritte nei capitoli precedenti.

### 7.3 DISTRIBUZIONE DEI DATI E DEI PRODOTTI

L'idea di base è quella di definire delle soluzioni che consentano all'utente finale (operatori di un ufficio tecnico di un Ente Locale, studi professionali, ecc...) di poter utilizzare direttamente dati e prodotti della piattaforma Sky Arrow nel proprio ambiente di lavoro. I livelli informativi derivabili dai vari sensori delle diverse configurazioni, possono infatti essere perfettamente predisposti per collocarsi direttamente all'interno di ambienti GIS e quindi integrabili con le banche dati territoriali già esistenti. Gli strumenti oggi disponibili per la comunicazione e distribuzione via Web di dati territorio e ambiente, consentono tranquillamente, a costi contenuti e in maniera rapida, la possibilità di utilizzare i dati e i prodotti della piattaforma Sky Arrow in ambienti di tipo Google Earth, Google Maps, con intenti di condivisione e comunicazione dei contenuti degli stessi.



*Dato relativo all'edificato e uso del suolo su immagine nel visibile (Adria) in ambiente ArcGIS*



*I dati Sky Arrow inseriti e visualizzati in ambiente Google Earth: sopra l'infrarosso nell'area di Treviso Nord; sotto l'immagine nel visibile nell'area di Adria (sx) e nell'area di Mestre (dx)*

**7.4 COLLOCAZIONE DEL SERVIZIO RISPETTO AL MERCATO (punti di forza e di debolezza)**

<b>PUNTI DI FORZA</b>	<b>PUNTI DI DEBOLEZZA</b>
1) Basso investimento iniziale	1) L'aereo vola solo in condizioni VMC - Visual Meteorological Conditions (condizioni meteorologiche di visibilità)
2) Bassi costi di manutenzione e gestione	2) Non può essere utilizzato in VFR notturno (pur essendo certificato in tal senso dall'ENAC non può operare attualmente)
3) Versatilità operativa in ragione delle caratteristiche specifiche del velivolo	3) Limiti di capacità di carico in termini di peso e ingombro, tuttavia sufficienti per il tipo di servizio proposto (il carico massimo è di 250 Kg di cui 150 Kg per gli strumenti)
4) Facilità di trasporto via terra in quanto trasportabile su un semplice carrello automobilistico (può essere quindi trasportato via terra, via mare e imbarcato su aeromobili)	4) L'uso della piattaforma aerea è limitata ad ambiti territoriali locali con missioni specifiche destinate ad acquisire dati soprattutto su aree critiche
5) Decollo e atterraggio corto su spazi contenuti come aviosuperfici	
6) Non necessita di benzina Avio in quanto utilizza benzina verde. Ciò comporta l'indipendenza da un aeroporto	
7) Ottima visibilità per pilota e operatore paragonabile a quella di un elicottero	
8) Ideato e prodotto specificatamente per missioni di monitoraggio territoriale	
9) Facilità di installazione sensori specifici e loro intercambiabilità e/o integrabilità	
10) Costi tecnici e tempi amministrativi di certificazione di nuovi sensori molto contenuti	
11) Ampia esperienza e consistente curriculum sperimentale	
12) Non interferenza tra il gruppo motore/elica e sensori in quanto dotato di propulsione spingente	
13) La piattaforma, complessivamente intesa, consente un controllo totale dall'acquisizione dei dati fino alla distribuzione dei prodotti (gestione del volo, selezione opportuna dei sensori in ragione delle missioni, flessibilità assoluta nei modelli di elaborazione, alternative diverse per la distribuzione dei prodotti).	
14) Tutto il processo è governato a livello locale indipendentemente da vincoli esterni e con il coinvolgimento dell'utente per assicurare un servizio su misura e basato sulle effettive esigenze	
15) Sul versante delle elaborazioni dei dati è possibile utilizzare una molteplicità di risorse software integrabili tra di loro che garantiscono una gamma molto articolata di prodotti	
16) La gamma articolata dei prodotti acquisiti dai sensori, possono essere ulteriormente valorizzati attraverso l'integrazione con altre grandi basi di dati territoriali (Carta Tecnica Regionale Numerica, ortofoto, immagini satellitari, ecc...)	

Nell'analisi delle problematiche territoriali l'esigenza dell'indagine diretta, intesa come ricognizione visiva, sul territorio rimane un passo indispensabile nel processo di pianificazione e controllo. L'operatore, inteso in questo caso come tecnico protagonista diretto dell'indagine, si reca nel luogo di analisi raccogliendo le informazioni che interessano ne utilizzando strumenti tipici dell'analisi diretta: foto, video, note, ecc.

Il progetto Monitor Sky Arrow trova uno dei suoi punti di forza nella possibilità di effettuare tale tipo di ricognizione per via aerea costituendosi sostanzialmente punto di osservazione dell'operatore stesso che può monitorare il luogo di interesse rimanendo al suo posto di lavoro consueto.

Il sistema, infatti, consente di rilevare le immagini del territorio, trasmetterle direttamente all'operatore che dialogando con il pilota può orientare telecamere e sensori nella direzione e con l'approfondimento desiderato. Lo Sky Arrow si trasforma così in uno strumento di ricognizione aerea diretta.

In relazione ai problemi, quindi, lo Sky Arrow, può essere equipaggiato rapidamente con i sensori visivi più adatti alla circostanza e al fenomeno da indagare: video nel caso di semplice ricognizione visiva, infrarosso, laser scanner o altro in casi diversi.

La novità del progetto può essere riassunta in questo modo:

1. attualmente esistono procedure di "ripresa aerea" gestita da vari soggetti istituzionali il cui compito è quello di fornire ad utenti ed operatori strumenti sui quali possa svilupparsi l'analisi territoriale. Principalmente questi strumenti sono immagini satellitari, l'ortofoto e le diverse rappresentazioni cartografiche;
2. il lavoro dell'operatore si concentra principalmente su questi strumenti applicando su di essi sistemi di analisi per la gestione dell'informazione per l'analisi dei problemi; non può intervenire su di essi;
3. il progetto Sky Arrow ribalta il principio di lavoro partendo dal problema e dall'esigenza dell'operatore per arrivare a definire le modalità più adatte e specifiche per indagare il tema o/e il problema;
4. sulla base dei primi risultati raggiunti ciò permette di approfondire con rapidità i temi ripetendo le operazioni di ricognizione più volte con uso di sensori diversi a scala micro-tematica;
5. l'intero processo avviene per approfondimenti successivi anche a scala micro-tematica in stretta collaborazione con l'utente/operatore (professionista, istituzione ecc) che orienta e indirizza il processo stesso;
6. ciò permette di fornire un servizio puntuale, finalizzato allo specifico problema o al tema da indagare, con risultati attualmente irraggiungibili utilizzando i normali strumenti di ripresa aerea di cui al punto 1.

## 7.5 COSTI E ALTERNATIVE DI EROGAZIONE DEL SERVIZIO

Le tabelle 1 e 2 vanno intese come riferimento esclusivamente orientativo e di massima delle principali voci di costo relative all'acquisto, alla manutenzione e alla gestione di uno Sky Arrow 650 T equipaggiato con la strumentazione standard certificata e utilizzata nel corso delle sperimentazioni condotte nel corso del "Progetto Sky Arrow" nei settori A e B.

E' escluso dal conteggio il costo dell'equipaggiamento relativo alle missioni ERA (Environmental Research Aircraft).

Generalità sulla tabella

Colonne A (Alto), M (Medio) e B (Basso): riportano i valori rispettivamente per le ipotesi "massima", "media" e "minima".

Le voci di costo della colonna B relative agli apparati si riferiscono alla strumentazione usata nel corso della sperimentazione. I valori delle colonne M e A considerano i costi per apparecchiature più recenti e qualitativamente più avanzate.

Costi relativi alla voce "Macchina": si intendono i costi relativi al velivolo e relativi apparati.

Costi relativi alla voce "gestione": si intendono i costi relativi all'uso e alla gestione del velivolo.

Tabella 1: tiene in considerazione i costi principali orientativi con pilota pagato a stipendio mensile.

Tabella 2: tiene in considerazione i costi principali orientativi con pilota pagato in base alle ore di volo di effettivo utilizzo.

I valori di costo si intendono IVA esclusa.

Costo macchina e apparati

*Arrow 650 Standard*

E' stato considerato il costo relativo al velivolo Sky Arrow 650 certificato e predisposto per il sistema RAWAS. Le colonne A e M tengono conto di eventuali costi aggiuntivi relativi agli apparati di bordo.

*Equipaggiamento settore A*

Missioni relative al settore A: acquisizione di eventi in tempo reale con la trasmissione in contemporanea ad un centro remoto di coordinamento e controllo per l'interattività delle operazioni, per missioni di sorveglianza e monitoraggio, per la sicurezza e a prevenzione. Apparati di sistema in grado di sorvegliare il territorio con un raggio di azione di circa 120 km rispetto alla stazione ricevente.

Costi considerati:

1. Equipaggiamento di bordo: piattaforma girostabilizzata munita di telecamera per l'acquisizione delle immagini nel campo del visibile per operazioni diurne con apparati per il controllo della piattaforma stessa da un operatore di terra;
2. Stazione di terra ricevente fissa: gruppo antenne ed unità di collegamento per ricezione immagini e dati trasmessi dal velivolo. L'apparecchiatura considerata consente: la ricezione dei segnali video e dei dati trasmessi dal velivolo, il collegamento in fonìa con il pilota e l'operatore del velivolo, la trasmissione dei segnali video e dei dati alla stazione di elaborazione, via ponte radio o linea dati ad alta velocità, la trasmissione dei comandi di controllo delle apparecchiature di bordo da terra per la conduzione della missione stessa;
3. Stazione di terra fissa di elaborazione dati: apparati per la raccolta, la memorizzazione e l'analisi delle immagini e dei dati provenienti dalla

stazione ricevente. L'apparecchiatura considerata consente: la ricezione dei segnali video e dati trasmessi provenienti dalla stazione ricevente, la visualizzazione delle immagini riprese dal velivolo, la rappresentazione su mappe interattive della posizione del velivolo e dei relativi dati di volo, il collegamento in fonìa con il pilota e con l'operatore (se a bordo) e con la stazione di ricezione nelle missioni in cui l'operatore è a terra.

Costi non considerati:

- o installazione delle stazioni di cui ai punti 2 e 3 su veicolo commerciale.

#### *Equipaggiamento settore B*

Missioni relative al settore B: acquisizione selettiva di immagini azimutali per la mappatura del territorio, per il censimento delle colture, per il rilevamento dello stato vegetativo e della qualità dei prodotti cerealicoli, aree percorse da fuoco ecc.

Costi considerati:

1. Equipaggiamenti di bordo: laser altimetro, camera multispettrale e termocamera ed apparati specifici per la mappatura del territorio;
2. Stazione di terra fissa di elaborazione dati: apparati per la memorizzazione, analisi ed elaborazione dei dati raccolti in volo.

Costi non considerati:

1. laser scanner e relativo software per elaborazione.

#### *Ammortamento*

La voce non tiene conto degli eventuali interessi passivi.

#### *Costo Gestione*

##### *Pilota*

Nella tabella 1: costi relativi al pilota con abilitazione al lavoro aereo indipendenti dalle ore di volo effettive.

Nella tabella 2: il costo pilota è calcolato ad ora/volo da un minimo di 50 Euro/ora a 80 Euro/ora.

##### *Affitti e costi di esercizio*

Il velivolo deve essere dato in esercizio e manutenzione ad una ditta di lavoro aereo certificata. Tiene quindi conto delle voci di hangaraggio e di esercizio.

##### *Assicurazioni*

La voce comprende le coperture RCT obbligatorie e "casco" a rischio unico.

##### *Manutenzione*

Costi approssimativi di manutenzione calendariale obbligatoria e quota imprevisti.

##### *Costi orari*

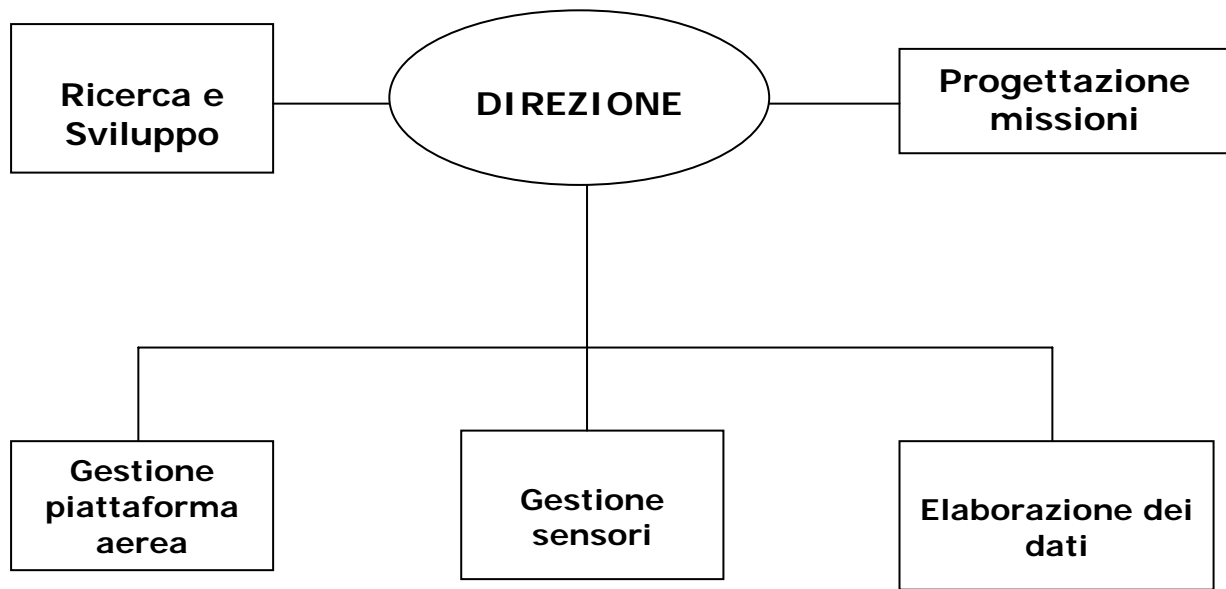
I costi medi annui relativi alle varie ipotesi sono stati suddivisi in cinque classi di monte/ore da 100 a 500 ore/anno. I valori rappresentano quindi il costo per ora volo del velivolo equipaggiato con la strumentazione necessaria per le varie missioni.

<b>TABELLA 1</b>			
<b>Costo macchina e apparati</b>	Ipotesi A	Ipotesi M	Ipotesi B
Arrow 650 Standard	€ 150.000,00	143.000,00	137.000,00
Equipaggiamento settore A	€ 430.000,00	330.000,00	200.000,00
Equipaggiamento settori B	€ 280.000,00	200.000,00	100.000,00
Totale	€ 860.000,00	€ 673.000,00	€ 437.000,00
Ammortamento/anno su 15 anni	€ 57.333,33	€ 44.866,67	€ 29.133,33
<b>Gestione</b>			
Pilota	€ 50.000,00	40.000,00	30.000,00
Affitti e costi di esercizio	€ 8.000,00	6.000,00	4.000,00
Assicurazioni	€ 20.000,00	10.000,00	6.000,00
Manutenzione	€ 2.500,00	1.800,00	1.000,00
Totale	€ 80.500,00	€ 57.800,00	€ 41.000,00
<b>Totale costi fissi annuali</b>	<b>€ 137.833,33</b>	<b>€ 102.666,67</b>	<b>€ 70.133,33</b>
<b>Costi orari su monte ore di:</b>			
100 ore/anno	€ 1.396,33	€ 1.044,67	€ 719,33
200 ore /anno	€ 707,17	€ 531,33	€ 368,67
300 ore/anno	€ 477,44	€ 360,22	€ 251,78
400 ore/anno	€ 362,58	€ 274,67	€ 193,33
500 ore/anno	€ 293,67	€ 223,33	€ 158,27

<b>TABELLA 2</b>			
<b>Costo macchina e apparati</b>	Ipotesi A	Ipotesi M	Ipotesi B
Arrow 650 Standard	€ 150.000,00	137.000,00	137.000,00
Equipaggiamento settore A	€ 430.000,00	330.000,00	200.000,00
Equipaggiamento settori B	€ 280.000,00	200.000,00	100.000,00
Totale	€ 860.000,00	€ 667.000,00	€ 437.000,00
Ammortamento/anno su 15 anni	€ 57.333,33	€ 44.466,67	€ 29.133,33
<b>Gestione</b>			
Pilota	€ 0,00	0,00	0,00
Affitti e costi di esercizio	€ 8.000,00	6.000,00	4.000,00
Assicurazioni	€ 20.000,00	10.000,00	6.000,00
Manutenzione	€ 2.500,00	1.800,00	1.000,00
Totale	€ 30.500,00	€ 17.800,00	€ 11.000,00
<b>Totale fissi</b>	<b>€ 87.833,33</b>	<b>€ 62.266,67</b>	<b>€ 40.133,33</b>
<b>Costi orari su monte ore di:</b>			
100 ore/anno	€ 986,33	€ 710,67	€ 479,33
200 ore/anno	€ 547,17	€ 399,33	€ 278,67
300 ore/anno	€ 400,78	€ 295,56	€ 211,78
400 ore/anno	€ 327,58	€ 243,67	€ 178,33
500 ore/anno	€ 283,67	€ 212,53	€ 158,27

## 7.6 SCHEMA DI FUNZIONAMENTO ORGANIZZATIVO E OPERATIVO DEL SERVIZIO

Dal punto di vista organizzativo il servizio pensiamo possa essere organizzato prevedendo una direzione centrale con compiti amministrativi, di ricerca, sviluppo e promozione i cui bracci operativi sono costituiti dai tre settori: sensori, vettore aereo ed elaborazione dati. Il servizio di monitoraggio potrebbe avvalersi di una struttura organizzativa articolata secondo la seguente configurazione di massima:



Pertanto le strutture e relative attività, potrebbero essere così concepite:

1. Costituzione di un centro operativo nel quale concentrare:
  - a. Servizio di ricezione e trasmissione delle immagini
  - b. Servizio di comunicazione T/B/T utente/operatore/pilota/operatore/utente
  - c. Servizio di pianificazione delle missioni aeree in relazione alle esigenze di eventuale emergenza o su specifici progetti di analisi
2. Costituzione di un centro di gestione della piattaforma aerea con il compito di:
  - a. mantenere in efficienza il velivolo
  - b. effettuare tutte le operazioni di installazione/sostituzione dei sensori
  - c. effettuare l'esercizio della manutenzione ordinaria del velivolo
  - d. stabilire le missioni di volo ed effettuare le missioni stesse
  - e. garantire il servizio sia in caso di situazioni di emergenza sia nel caso di normale routine
3. Costituzione di un centro di elaborazione delle informazioni con il compito di:
  - a. Sviluppare i software necessari all'analisi delle informazioni
  - b. Sviluppare le metodologie di elaborazione e restituzione dei dati
4. Costituzione di una struttura per la direzione amministrativa con il compito di:
  - a. Gestire amministrativamente e contabilmente le attività di impresa (spin-off, o altro)
  - b. Definire prodotti e strategie aziendali
  - c. Gestire gli assetti contabili e di bilancio
  - d. Pianificare le strategie di ricerca, sviluppo e promozione

## **8 LA PROSPETTIVA DELLA COSTITUZIONE DI UNO SPIN-OFF TRA IMPRESE, ISTITUZIONI E UNIVERSITA'**

### **8.1 SPIN-OFF COMPANIES**

*Sintesi da <http://www.fondazionecru.it>*

*"Consistenza ed Evoluzione delle Imprese Spin-Off della Ricerca Pubblica in Italia"  
Rapporto di Ricerca del Laboratorio IN-SAT della Scuola Superiore Sant'Anna per Finlombarda SpA  
settembre 2006*

Le imprese spin-off della ricerca pubblica sono oggi al centro di un'intensa attenzione in quanto si pensa che esse possano rappresentare elementi cruciali del processo di trasferimento tecnologico pubblico-privato. Sta di fatto che il fenomeno in questione è molto cresciuto a partire da quella che può considerarsi la sua data di nascita in Italia, e cioè la fine degli anni Ottanta.

Ad oggi non esiste una definizione ufficiale ed univocamente accettata di impresa spin-off della ricerca pubblica. Si è qui proceduto all'adozione di una definizione ampiamente diffusa, secondo la quale si intende come spin-off della ricerca pubblica una "impresa operante in settori high-tech costituita da (almeno) un professore/ricercatore universitario o da un dottorando/contrattista/studente che abbia effettuato attività di ricerca pluriennale su un tema specifico, oggetto di creazione dell'impresa stessa". Secondo tale definizione, l'utilizzo da parte dell'azienda di diritti di proprietà intellettuale dell'università non è condizione necessaria ai fini della sua identificazione come spin-off, mentre nella generalità dei casi il fatto che l'università detenga una quota del capitale sociale aziendale è condizione sufficiente affinché si possa parlare di impresa spin-off della ricerca pubblica (ad eccezione dei casi in cui l'impresa è palesemente non high-tech). A partire dalla fine degli anni Novanta l'atteggiamento nei confronti delle imprese spin-off è mutato, tanto che quasi tutti gli EPR Enti Pubblici di Ricerca italiani hanno progressivamente iniziato a organizzare Uffici per il Trasferimento Tecnologico (UTT) e ad adottare formali politiche di sostegno per la creazione di imprese spin-off della ricerca.

I cambiamenti avvenuti a livello istituzionale hanno ulteriormente stimolato e facilitato le azioni promosse singolarmente dalle università. In particolare, la L. 297/1999 per la prima volta ha trattato – seppur indirettamente – il tema delle imprese spin-off della ricerca.

Le evidenze empiriche finora disponibili – e confermate nel presente rapporto - indicano che le imprese spin-off italiane presentano un buon tasso di natalità, un tasso di mortalità basso e un tasso di crescita del fatturato modesto, nonostante l'esistenza di qualche impresa che ha raggiunto dimensioni rilevanti.

E' noto che è molto cambiato l'atteggiamento delle università e degli EPR in tema di valorizzazione della ricerca e trasferimento tecnologico, sia culturalmente che dal punto di vista amministrativo.

Il processo di creazione delle imprese spin-off della ricerca pubblica in Italia rappresenta un fenomeno piuttosto recente. Esso risulta infatti osservabile nel nostro Paese a partire dagli anni Settanta, ma è soltanto a partire dal 2000 che la diffusione di tale forma di valorizzazione della ricerca universitaria presenta una intensità significativa. Basti a tal proposito considerare che circa l'80% delle oltre 454 imprese spin-off ad oggi rilevabili nel territorio nazionale sono state costituite nel corso degli ultimi 6 anni. In particolare, l'anno in cui si è raggiunto il numero più elevato di imprese spin off generate è stato il 2004, nel corso del quale sono state costituite 75 unità. Nel corso dell'ultimo biennio, il numero medio annuo di neo-imprese è risultato leggermente minore, seppure ancora ragguardevole, assestandosi intorno alle 65 imprese create ex-novo all'anno.

Relativamente alla localizzazione geografica, le prime pionieristiche esperienze di imprese spin off contesto italiano sono rilevabili nell'Italia Centro Settentrionale, ed in particolare in Emilia Romagna, Lombardia, Piemonte e Toscana.

Nei Paesi in cui le operazioni di valorizzazione e commercializzazione dei risultati della ricerca pubblica si realizzano già da tempo, l'evidenza empirica mostra come possano presentarsi varie forme di spin-off della ricerca pubblica.

Possono essere riconosciute tre tipologie fondamentali: il modello tecnologico, il modello ibrido ed il modello ortodosso. Il modello tecnologico prevede il mero trasferimento della tecnologia dall'università al mondo imprenditoriale. In questo modello lo scienziato non assume ruoli strategici o gestionali ed il suo apporto, in qualità di socio, viene valorizzato in base al valore riconosciuto al know how apportato. Risulta socio fornitore di risorse di conoscenza che vengono gestite entro una formula imprenditoriale messa a punto da partner non accademici.

Nel modello ibrido, la tecnologia viene trasferita e l'accademico mantiene la sua posizione all'interno dell'università divenendo nel contempo direttore dello spin-off o membro del Consiglio di Amministrazione.

Infine, nel modello ortodosso, l'accademico non mantiene rapporti con l'università. In un certo senso sia la tecnologia sia l'accademico vengono trasferiti al mondo imprenditoriale per generare un modello di business ad alto contenuto di conoscenza.

Si è già avuto modo di sottolineare come l'atteggiamento delle Università nei confronti del fenomeno delle spin-off della ricerca pubblica in Italia si sia modificato nel tempo, passando da una sorta di "riluttanza imbarazzata", alla progressiva accettazione ed all'odierno pieno riconoscimento di tali imprese come frutto del processo di valorizzazione delle proprie attività di ricerca.

E' in tale contesto, più favorevole alla nascita di questo tipo di aziende, che si inquadra la creazione da parte dei singoli atenei di Uffici di Trasferimento Tecnologico (UTT), spesso denominati anche Uffici Valorizzazione Ricerche (UVR) e/o Industrial Liaison Offices (ILO), destinati non solo alla finalizzazione di processi di brevettazione e licensing delle invenzioni messe a punto dai ricercatori, ma anche a fornire supporto e consulenza alle domande di attivazione di costituende spin-off.

Nelle università sono state adottate diverse definizioni di imprese spin-off della ricerca, che stanno gradualmente convergendo. A realtà accademiche in cui vengono identificate come spin-off unicamente quelle imprese in cui l'Università (o altro EPR) detenga una quota del capitale sociale, ignorando completamente (ed anzi disconoscendo) ogni altra situazione di attività imprenditoriali nelle quali sia coinvolto un accademico, si affiancano atenei nei quali si procede alla distinzione tra "spin-off universitario" (partecipato) e "spin-off accademico" (non partecipato, rispetto al quale possono tuttavia essere stipulati accordi per l'utilizzo di spazi fisici e/o la fruizione di servizi di supporto e/o consulenza. Si tratta in tal caso di "spin-off regolato").

Si rilevano inoltre realtà accademiche nelle quali – a prescindere dalla partecipazione dell'EPR nel capitale sociale - vengono identificate come spin-off di ateneo unicamente quelle imprese che abbiano presentato richiesta di accreditamento, pur riconoscendo l'esistenza di ulteriori iniziative imprenditoriali attivate da accademici.

A tali atenei si affiancano università che hanno adottato una definizione di spin-off della ricerca pubblica analoga a quella utilizzata ai fini del presente progetto di ricerca, considerando spin-off universitaria "un'impresa che è stata fondata da un dipendente dell'Università o da uno studente di dottorato, o da un dottore di ricerca/assegnista, basandosi su conoscenze tecnico-scientifiche generate all'interno dell'università". Come già si è avuto modo di osservare in precedenza, ad oggi non esiste una definizione ufficiale ed univocamente accettata di impresa spin-off della ricerca pubblica.

Si è qui proceduto all'adozione di una definizione ampiamente diffusa, secondo la quale si intende una "impresa operante in settori high-tech costituita da (almeno) un professore/ricercatore universitario o da un dottorando/contrattista/studente che abbia effettuato attività di ricerca pluriennale su un tema specifico, oggetto di creazione dell'impresa stessa". Il processo di creazione delle imprese spin-off della ricerca pubblica in Italia rappresenta senza dubbio un fenomeno recente.

Esso risulta infatti osservabile in maniera rilevante nel nostro Paese a partire dagli anni Ottanta, ma è soltanto a partire dal 2000 che la diffusione di tale forma di valorizzazione della ricerca universitaria presenta una intensità significativa. Basti a tal proposito considerare che circa l'80% delle 454 imprese spin-off attive ad oggi rilevabili nel territorio nazionale sono state costituite nel corso degli ultimi 6 anni.

Passando ad analizzare tali informazioni sulla base della regione di localizzazione di tali imprese, risulta come le prime pionieristiche esperienze di imprese spin-off nel contesto italiano (le quali risalgono ai primi anni Settanta) fossero rilevabili essenzialmente nell'Italia Centro-Settentrionale, ed in particolare in Emilia-Romagna, Lombardia, Piemonte e Toscana.

## **8.2 IPOTESI DI SPIN-OFF "MONITOR TERRITORIO & AMBIENTE"**

Il percorso seguito nell'esperienza di sperimentazione avviata, oltre agli aspetti tecnici, ha necessariamente affrontato, con successo, la fase iniziale di coinvolgimento attivo di enti pubblici e privati che ha portato:

1. alla definizione ed alla precisazione dei segmenti di interesse (attuali e potenziali) dei partners;
2. allo studio per la copertura finanziaria del progetto di sperimentazione;
3. alla concretizzazione dell'attività di analisi verso prodotti ingegnerizzabili.

All'interesse dei partners, che hanno partecipato fin dall'inizio alla sperimentazione, si è affiancato nel corso del lavoro quello di numerosi altri interlocutori che hanno individuato nel progetto Sky Arrow uno strumento positivo ed adatto ad affrontare temi e problematiche aperte.

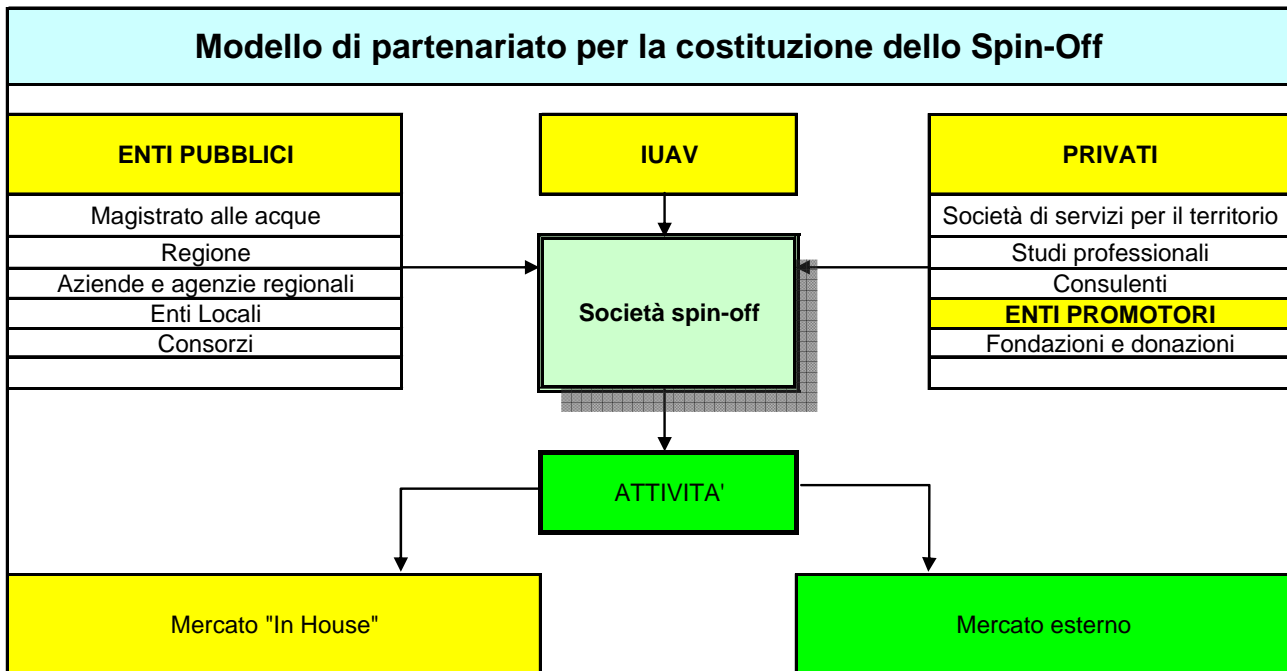
Il crescente interesse per il progetto e il rapporto interlocutorio costantemente intercorso tra IUAV, partners e altri soggetti interessati, ha permesso di tratteggiare prima e definire meglio poi, gli elementi caratteristici della domanda di analisi e monitoraggio territoriale alla quale il progetto Sky Arrow è in grado di fornire risposte adeguate. Ciò ha permesso di configurare la necessità/possibilità di solidificare in un'idea societaria i vari soggetti interessati e lo strumento che sembra meglio soddisfare questa idea è stato individuato nella figura giuridica dello Spin-off.

Nello schema allegato tale figura societaria si pone al centro della partecipazione di Enti pubblici, IUAV e soggetti privati. Il prodotto/i della società si rivolgono al mercato interno quale risposta alla domanda dei partners stessi o al mercato esterno (tipicamente enti locali, studi professionali, consorzi ecc).

I soggetti partners conferiscono le risorse finanziarie e strumentali intese ad assicurare il raggiungimento delle finalità aziendali.

I prodotti possono essere rivolti:

1. agli stessi partners dello spin-off (attività "in house");
2. al mercato attraverso i propri partners;
3. direttamente al mercato (soggetti esterni).



La tabella illustra un possibile schema di struttura della società Spin-Off.

I soggetti partners (Enti Pubblici, IUAV, Privati ed eventuali Enti promotori) conferiscono le risorse finanziarie e strumentali intese ad assicurare il raggiungimento delle finalità aziendali. I prodotti possono essere rivolti a due tipi di "client":

1. agli stessi partners dello spin-off (attività "in house");
2. al mercato attraverso i propri partners;
3. direttamente al mercato (soggetti esterni).

## **9 ALLEGATI**

### **9.1 Regolamento per la creazione di spin-off UNIFE**

#### **Articolo 1**

##### **Ambito di applicazione e definizioni**

- 1 Il presente regolamento disciplina il procedimento di costituzione di spin off accademici e le condizioni di partecipazione agli stessi da parte dei soci proponenti, dei soci partecipanti nonché da parte dell'Università di Ferrara.
- 2 Ai sensi del presente regolamento si intendono:
  - per Università l'Università degli Studi di Ferrara;
  - per spin off accademico (di seguito spin off) ogni iniziativa imprenditoriale, alla quale l'Università partecipi in qualità di socio, avente come scopo lo sfruttamento dei risultati della ricerca e lo sviluppo di nuovi prodotti e servizi;
  - per soci proponenti i soggetti di cui all'art. 3 che sottopongono agli organi competenti dell'Università un progetto per l'attivazione di uno spin off;
  - per soci partecipanti i soggetti che partecipano al capitale dello spin off;
  - per prestatori d'opera i soggetti che svolgono attività lavorativa, retribuita o gratuita, a favore dello spin off;
  - per docenti il personale appartenente ai ruoli della prima fascia, della seconda fascia, dei ricercatori universitari e degli assistenti del ruolo ad esaurimento;
  - per Commissione brevetti e spin off (di seguito Commissione) l'organo composto da cinque a nove membri nominati dal Rettore fra i docenti e i dipendenti appartenenti al ruolo del personale tecnico-amministrativo dell'Università con competenze connesse a quelle previste dal presente regolamento.

#### **Articolo 2**

##### **Forma giuridica e tipologie di spin off**

- 1 Gli spin-off possono essere costituiti esclusivamente sotto forma di società a responsabilità limitata o società per azioni.
- 2 Gli spin-off disciplinati dal presente regolamento possono essere di due tipi:
  - "spin-off di tipo A" quando si avvalgono oltre che del know-how, anche delle strutture e/o attrezzature messe a disposizione dall'Università, alle condizioni ed entro i limiti temporali previsti dal successivo art. 8.
  - "spin-off di tipo B" quando si avvalgono del know-how dell'Università ma di strutture e attrezzature proprie.

#### **Articolo 3**

##### **Costituzione di spin off**

- 1 La costituzione di uno spin off può essere proposta esclusivamente dall'Università, ovvero da uno o più docenti o da uno o più dipendenti appartenenti al ruolo del personale tecnico amministrativo.
- 2 La proposta per l'attivazione di uno spin off è sottoposta al Consiglio di Amministrazione dell'Ateneo che, su parere della Commissione, sentito il Consiglio di Dipartimento che ospiterà la nuova iniziativa e del Dipartimento di afferenza dei proponenti, dovrà autorizzare la costituzione dello stesso indicando la quota di capitale che risulterà sottoscritta dall'Università.
- 3 L'Università ha diritto alla nomina di un consigliere di amministrazione e anche di un sindaco qualora sia previsto il Collegio sindacale; essi sono designati dal Consiglio di Amministrazione dell'Università. Tale rappresentante deve riferire alla Commissione almeno una volta all'anno sull'attività dello spin-off.
- 4 Prima dell'inizio dell'attività la nuova società viene iscritta all'Albo degli spin-off tenuto dall'Università.

#### **Articolo 4**

##### **Condizioni di partecipazione dei soci proponenti**

- 1 La partecipazione dei soci proponenti costituisce garanzia per la buona riuscita dell'iniziativa, per il raggiungimento degli obiettivi prefissati e per la salvaguardia della

partecipazione stessa dell'Università. Pertanto il socio proponente deve partecipare al capitale dello spin off impegnandosi a non cedere, per un periodo minimo di tre anni dalla costituzione dello stesso, la propria partecipazione.

## **Articolo 5**

### **Partecipazione del personale alle attività dello spin off e regime delle incompatibilità**

- 1 I docenti e i dipendenti appartenenti al ruolo del personale tecnico amministrativo, anche se non soci, possono partecipare alla società in qualità di prestatori d'opera, alle seguenti condizioni:
  - nel caso in cui forniscano esclusivamente attività di consulenza a carattere meramente occasionale ad essi è consentito rimanere in regime di impegno a tempo pieno all'interno dell'Università, fermo restando il rispetto delle norme in materia di autorizzazione ad incarichi extra istituzionali;
  - nel caso in cui forniscano una prestazione lavorativa o ricoprano ruoli operativi all'interno della società i docenti devono optare per il regime di impegno a tempo definito mentre i dipendenti appartenenti al ruolo del personale tecnico amministrativo devono trasformare il rapporto di lavoro da tempo pieno a tempo parziale.
- 2 Qualora venga meno, per qualsivoglia motivo, la compatibilità tra lo svolgimento dell'attività a favore dello spin off e le funzioni didattiche, di ricerca o le funzioni afferenti al personale tecnico-amministrativo saranno applicate le disposizioni di legge vigenti in materia di stato di giuridico, rispettivamente del personale docente e del personale tecnico amministrativo.
- 3 La Commissione vigila su incarico del Consiglio di Amministrazione dell'Università sul rispetto delle norme di cui al presente Articolo.
- 4 I dottorandi di ricerca possono svolgere a favore dello spin off attività retribuita o non retribuita, previo parere del tutor, su autorizzazione del Collegio dei docenti del Dottorato.
- 5 Gli allievi dei corsi di specializzazione possono svolgere a favore dello spin off attività retribuita o non retribuita previo parere favorevole del Direttore della Scuola.
- 6 Il personale dipendente dell'Università che partecipi a qualunque titolo allo spin off deve comunicare all'Amministrazione, al termine di ciascun esercizio sociale, i compensi e le remunerazioni a qualunque titolo percepiti dallo spin off.
- 7 L'Università provvede alla verifica del rispetto di quanto previsto nel presente Articolo, anche mediante richiesta di informazioni scritte allo spin off. Lo spin off è tenuto a fornire le informazioni richieste entro 30 giorni dal ricevimento della richiesta e tale diritto deve essere riconosciuto nell'atto costitutivo.

## **Articolo 6**

### **Partecipazione dell'Università**

- 1 La partecipazione dell'Università di Ferrara allo spin off è prevista alle seguenti condizioni:
  - negli "spin off di tipo A" la quota di partecipazione dell'Università, che potrà consistere anche esclusivamente nel conferimento di beni in natura, non può superare il 10% del capitale sociale. I soci dello spin-off dovranno sottoscrivere patti parasociali che assicurino che tale quota di partecipazione non possa essere ridotta per tutto il periodo in cui lo spin-off usufruisce delle attrezzature e/o strutture dell'Università.
  - negli "spin off di tipo B" la quota di partecipazione dell'Università non potrà essere superiore al 5% del capitale sociale.
- 2 Nello statuto della società dovranno essere previste le regole da applicarsi in caso di trasferimento a qualunque titolo di quote ed in caso di aumento di capitale.
- 3 Mediante accordo delle parti è consentito agli "spin off di tipo A" che intendessero dotarsi di strutture e attrezzature proprie prima della scadenza di cui sopra, il passaggio allo status di "spin off di tipo B".
- 4 Il Consiglio di Amministrazione dell'Università, ricorrendo particolari motivi di convenienza o opportunità, può, sentita la Commissione, autorizzare l'Università a superare i limiti di partecipazione agli spin off accademici.
- 5 L'atto costitutivo o eventualmente i patti parasociali conclusi tra l'Università ed i soci contestualmente alla costituzione della società, dovranno altresì prevedere una opzione di vendita della partecipazione dell'Università nello spin off o in alternativa un suo diritto di

recesso, esercitabile ad un prezzo determinato sulla base del valore del patrimonio netto dello spin off e comunque non inferiore al valore nominale della partecipazione.

- 6 I termini e le condizioni dell'esercizio del diritto di opzione o del diritto di recesso verranno determinati all'interno dello statuto o dei patti parasociali.

## **Articolo 7**

### **Autorizzazione all'utilizzo di segni distintivi**

- 1 Agli spin off è concesso l'utilizzo del logo dell'Università sulla base di un apposito contratto di licenza che dovrà essere sottoscritto con l'Università contestualmente alla stipula dell'atto costitutivo della società.
- 2 Il contratto di licenza prevederà tra l'altro che lo spin off garantisca e tenga manlevata e indenne l'Università da qualsivoglia responsabilità derivante dall'utilizzo del logo nonché le condizioni di anticipata risoluzione o revoca della autorizzazione all'utilizzo dello stesso.
- 3 Qualora l'Università cessi di essere socia dello spin off, quest'ultimo dovrà interrompere con effetto immediato qualsivoglia utilizzo del logo.

## **Articolo 8**

### **Permanenza all'interno delle strutture dell'università**

- 1 Dovranno essere specificate all'atto della costituzione dello spin off le condizioni relative al trasferimento di rischi e oneri relativi agli immobili e attrezzature universitarie eventualmente utilizzati nello spin off e al personale.
- 2 La permanenza degli spin off all'interno delle strutture dipartimentali dell'Università non potrà eccedere i 3 anni, prorogabili, ricorrendo particolari ragioni di convenienza o opportunità, una sola volta e per un periodo massimo di ulteriori tre anni. La proroga dovrà essere richiesta dallo spin off e sarà concessa dal Consiglio di Amministrazione dell'Università sentiti il Consiglio di Dipartimento e la Commissione.
- 3 I rapporti tra l'Università e lo spin off saranno regolati da apposita convenzione che disciplinerà l'utilizzo di spazi, attrezzature e personale, il trasferimento dei rischi e la loro assicurazione nonché la determinazione del corrispettivo da richiedere alla società per l'intera durata dell'ospitalità.
- 4 Decorsi i termini di cui sopra alla società si applicheranno le disposizioni valide per gli "spin off di tipo b".

## **Articolo 9**

### **Tutela della proprietà intellettuale**

- 1 La proprietà intellettuale dei risultati della ricerca svolta dallo spin off è della nuova società.
- 2 Alle invenzioni conseguite dal personale docente, ricercatore e tecnico amministrativo dell'Università si applicano le disposizioni previste dalla legge vigente.

## **Articolo 10**

### **Regime transitorio**

- 1 Il Consiglio di Amministrazione della Università delibererà caso per caso le regole applicabili agli spin off in essere al tempo della entrata in vigore del presente regolamento, con particolare riguardo alla copertura dei rischi a cose e persone e all'utilizzo dei segni distintivi della Università.

Il presente regolamento entra in vigore a decorrere dal 1 Novembre 2005.

## **9.2 Guida per gli spin-off UNIFE**

- 1) La proposta di Spin off viene presentata alla Segreteria tecnica della Commissione Spin off secondo il format predisposto dall'Ateneo. Il Centro Spin off controlla la completezza della documentazione e trasmette la proposta alla Commissione
- 2) Avvio dell'istruttoria da parte della Commissione Spin off che, entro 20 giorni dalla ricezione, salvo proroga del termine per necessità di ulteriori approfondimenti, avvia

l'istruttoria esprimendo le proprie valutazioni sull'iniziativa con particolare riguardo al livello di innovazione contenuto nella proposta

- 3) Al termine dell'istruttoria la Commissione chiederà il parere del/i Dipartimento/i afferente/i e del Dipartimento che ospiterà la nuova iniziativa nel caso degli Spin off di tipo "A"
- 4) Entro 30 giorni dal ricevimento della proposta, da parte della Commissione Spin off, il/i Dipartimento/i di cui al punto 3 comunicheranno il proprio parere alla medesima, dando conto della compatibilità tra le attività contenute nella proposta e quelle del Dipartimento/i; in mancanza di tale comunicazione entro il termine indicato si ritiene che valga la regola del silenzio assenso.
- 5) In caso di parere positivo la Commissione presenterà al Consiglio di Amministrazione dell'Università la proposta comprensiva del progetto di statuto/atto costitutivo presentato dal proponente.
- 6) Il Consiglio di Amministrazione autorizza la partecipazione dell'Ateneo allo Spin off
- 7) Si procede alla costituzione della società
- 8) Completate le formalità costitutive, la società viene iscritta nell'albo degli Spin off accademici tenuto presso la Commissione Spin off.

### **9.3 Regolamento spin-off UNIFI**

#### SEZIONE I REQUISITI E COMPETENZE

##### **Articolo 1 – Scopo**

1. L'Università di Pisa, in conformità ai principi generali del proprio Statuto, favorisce la costituzione di organismi di diritto privato originati da proprie attività di ricerca, denominati di seguito Spin-off accademici.

2. Gli scopi di tali attività devono comunque essere riconducibili ad uno o più dei seguenti obiettivi:

- favorire il contatto tra le strutture di ricerca dell'Ateneo, il mondo produttivo e le istituzioni del territorio al fine di sostenere la ricerca scientifica e tecnologica e di diffondere nuove tecnologie aventi positive ricadute sulla produzione industriale, sul benessere sociale e sull'attrattività del territorio per investimenti nazionali ed internazionali nel settore dell'hi-tech.
- completare la missione formativa e di ricerca dell'Ateneo, promuovendo lo sviluppo dell'imprenditorialità nella comunità accademica e nei giovani laureati, favorendo nuove attività di business originate da attività di ricerca e sviluppo di nuovi prodotti, processi e servizi realizzati presso le proprie strutture di ricerca, e assumendo una funzione di stimolo delle attività imprenditoriali generate all'interno delle proprie strutture.

Non potranno comunque essere prese in considerazione proposte di spin off che abbiano per scopo la produzione ed il perfezionamento di armi da guerra.

3. A favore di tali organismi l'Università può stabilire di rendere disponibili una serie di servizi per facilitarne l'avvio e il primo sviluppo.

##### **Articolo 2 – Requisiti degli Spin-off**

1. Per la presentazione di una proposta di Spin-off accademico, sono richiesti i seguenti requisiti soggettivi ed oggettivi:

A) I soggetti proponenti devono avere un rapporto con l'Università di Pisa o aver cessato il medesimo da non più di 36 mesi e rientrare in una delle seguenti categorie:

- a) docenti e ricercatori universitari;
- b) titolari di assegni di ricerca, di borse di studio post-laurea e post-dottorato;

- c) studenti, laureandi, laureati, allievi dei corsi di specializzazione e di dottorato, specializzati e dottori di ricerca;
- d) dipendenti dell'Università appartenenti al personale tecnico amministrativo;
- e) associazioni, consorzi e simili partecipati dall'Università di Pisa ed ai quali l'Università riconosca un ruolo rilevante nella promozione dei propri interessi di ricerca.
- B) L'oggetto dell'attività deve consistere nella produzione di beni e servizi innovativi ad essi collegati e/o di elevato contenuto tecnologico, ideati e sviluppati con il contributo determinante delle risorse di ricerca dell'Ateneo.

### **Articolo 3 – Organi competenti**

1. Le competenze in materia di Spin – off, spettano ai seguenti organi :
- a) Comitato Spin-off di Ateneo;
- b) Consigli delle strutture di ricerca dell'Ateneo;
- c) Consiglio di amministrazione;

### **Articolo 4 – Comitato Spin –off**

1. Il Comitato Spin-off di Ateneo è composto di cinque membri , nominati con decreto rettorale su proposta del Prorettore con delega in materia, che designano al loro interno un Presidente e durano in carica quattro anni. I membri del Comitato sono docenti dell'Ateneo con competenze in materia tecnico ingegneristica, analisi di mercato, economico finanziaria e di business planning, gestione societaria, valutazione dell'impatto sociale e territoriale delle iniziative.

Alle riunioni del Comitato prende inoltre parte il Prorettore con delega in materia e personale dell'Ufficio Ricerca con funzioni di supporto.

2. Compiti del Comitato sono la promozione ed il monitoraggio delle attività di Spin-off e la valutazione delle proposte in materia.

3. L'attività di monitoraggio si concretizza con la redazione, con cadenza annuale, di una relazione sullo stato degli Spin-off dell'Università di Pisa. La relazione viene inviata al Rettore, al Senato Accademico, al Consiglio di Amministrazione ed ai Direttori delle Strutture di Ricerca. Il Consiglio di Amministrazione, sulla base di tale relazione, può disporre interventi tesi a modificare o risolvere le convenzioni regolanti i rapporti Ateneo/Società.

4. L'attività di promozione delle nuove iniziative è posta in essere dal Comitato in collaborazione con gli Uffici di Ateneo preposti alla promozione delle attività di ricerca, eventualmente con l'intervento di consulenti interni o esterni, e può includere:

a) attività informative e formative sulla cultura d'impresa dirette ai soggetti potenziali proponenti di iniziative Spin-off;

b) supporto a soggetti proponenti di iniziative Spin off in relazione alla revisione di studi già svolti dal proponente stesso e allegati alla proposta, in materia di:

- ideazione e realizzazione del nuovo prodotto e servizio ad esso eventualmente collegato;
- mercato di riferimento;
- processi per la fabbricazione del prodotto e l'erogazione del servizio ad esso eventualmente collegato;
- valutazione tecnica, economica e finanziaria dei servizi accessori necessari per la fabbricazione e produzione del prodotto e l'erogazione del servizio ad esso eventualmente collegato;
- valutazione della redditività dell'investimento attraverso l'esplicitazione del "business-plan" e la definizione della potenzialità produttiva del nuovo prodotto e servizio ad esso eventualmente collegato da realizzare sulla base delle prospettive di mercato.

5. Il Comitato Spin-off si riunisce periodicamente, e in ogni caso almeno una volta l'anno, con la Commissione Tecnica Brevetti per la trattazione di tematiche comuni e per la programmazione delle future attività sulla base delle linee di indirizzo definite dal Prorettore con delega in materia.

### **Articolo 5 – Coinvolgimento dell'Ateneo nelle aziende Spin-off.**

1. Il coinvolgimento dell'Ateneo negli Spin off può essere di due tipi:

a) con partecipazione al capitale sociale con concessione del marchio "Azienda Spin off dell'Università di Pisa";

- b) con la sola concessione del marchio "Azienda spin off dell'Università di Pisa"
2. L'Ateneo può intervenire nelle seguenti fasi di vita dello Spin off:
- a) Fase di Pre-Impresa per la quale sarà prevista un'apposita convenzione di cui al successivo art. 7
- b) Fase di Impresa con apposita convenzione di cui al successivo art.8
- c) Imprese già costituite senza supporto dell'Ateneo di cui al successivo art.9.

## **SEZIONE II**

### **PROCEDURE DI ATTIVAZIONE DEGLI SPIN OFF ACCADEMICI**

#### **Articolo 6 - Proposte ed approvazione**

1. L'iter di proposta ed attivazione degli Spin-off dell' Università di Pisa di cui al precedente Art.5 si articola nelle fasi di seguito descritte.

a) Le proposte di attivazione sottoscritte da uno o più dei soggetti ammessi di cui all'Art.2 lettera A, dovranno essere inviate al Comitato Spin-off di Ateneo per l'esame preliminare.

Le proposte dovranno contenere almeno i seguenti dati:

- soggetti proponenti;
- oggetto dell'attività;
- personale dell'Università di Pisa, ove coinvolto;
- spazi, attrezzature e servizi dell'Università ove ritenuti necessari;
- tempi previsti per la fase di costituzione dell'impresa (qualora non già costituita);
- bozza di business-plan.

Dopo l'esame del Comitato Spin off, la proposta viene inviata, a cura dell'Ufficio Ricerca, ai Direttori delle strutture di ricerca ritenute competenti in relazione all'oggetto e comunque a tutte le strutture di appartenenza dei proponenti.

b) I Consigli delle strutture di cui al punto precedente, entro 60 giorni dal ricevimento delle proposte, deliberano in merito a:

- la compatibilità dell'attività proposta con quelle istituzionali della struttura;
- il proprio interesse a supportare lo Spin-off;
- la disponibilità a mettere a disposizione gli spazi, le attrezzature ed i servizi ove richiesti;
- i rimborsi richiesti per la concessione dei supporti di cui sopra, determinati in modo analitico o forfetario.

Le deliberazioni di cui sopra saranno trasmesse al Comitato Spin-off di Ateneo.

c) Acquisite le deliberazioni delle strutture, il Comitato Spin-off, entro 60 giorni, redige, per ciascuna proposta:

- una relazione istruttoria contenente la valutazione complessiva di merito degli elementi della proposta e delle indicazioni espresse dalle strutture;
- una proposta di convenzione con il nascente Spin-off, contenente i termini dei rapporti con l'Ateneo, in conformità ai principi sanciti al successivo articolo 7.

La relazione, corredata della proposta di convenzione, è inviata entro il suddetto termine al Consiglio di Amministrazione per la conclusione dell'iter.

d) Il Consiglio di Amministrazione delibera in merito alla proposta di attivazione in base alla valutazione espressa preliminarmente dal Comitato Spin-off. Qualora deliberi in favore dell'attivazione, il Consiglio di amministrazione assume al contempo le seguenti determinazioni:

- approva la proposta di convenzione di cui al punto precedente;
- delibera in merito alla eventuale partecipazione dell'Ateneo al capitale sociale degli Spin-off, determinandone, in caso di partecipazione, la misura;
- concede l'uso del marchio "Azienda Spin-off dell'Università di Pisa", dal momento della costituzione dell'impresa, con la clausola che l'autorizzazione all'uso di tale marchio sia soggetta a revoca ad insindacabile giudizio dell'Ateneo.

## **SEZIONE III**

### **RAPPORTI DELL'ATENELO CON LO SPIN OFF**

#### **Articolo 7 - Fase di Pre-Impresa**

1. In questa fase i rapporti dell'Ateneo con gli Spin-off sono regolati dalla convenzione approvata dal Consiglio di Amministrazione contestualmente alla proposta già esaminata dal

Comitato Spin off.

2. La convenzione dovrà conformarsi ai seguenti principi generali:

a) Deve essere definito con chiarezza il percorso realizzativo della nuova impresa, per quanto riguarda sia gli aspetti tecnico-economici che il programma temporale delle attività. Per quanto riguarda il secondo aspetto deve in particolare essere definita la durata della fase di pre-impresa che non potrà essere superiore ai 3 anni.

b) Devono essere definiti in modo dettagliato gli spazi, le attrezzature ed i servizi che la o le strutture ospitanti metteranno eventualmente a disposizione dello Spin-off in questa fase. I rimborsi per la fornitura di tali supporti potranno essere definiti in modo analitico o forfetario, ma dovranno comunque risultare non inferiori alle spese correnti (canoni, materiali di consumo, etc.) realmente sostenute dalle strutture ospitanti.

c) Deve essere indicato tutto il personale, docenti e ricercatori, non docenti, laureandi, borsisti, etc., coinvolto nell'iniziativa, specificandone il ruolo ed il tipo di attività.

d) Devono essere definite le quote di proprietà di brevetti e licenze utilizzati nell'attività dello Spin-off e deve essere indicato che, per i brevetti eventualmente acquisiti durante la presente fase, trova applicazione il Regolamento di Ateneo in materia di invenzioni conseguite nell'ambito dell'Università di Pisa.

e) Può essere inserita un'opzione di partecipazione dell'Ateneo al capitale sociale dell'azienda al momento della sua successiva costituzione sotto forma di società di capitali, con le modalità di cui al successivo art 8, comma 3.

f) Devono essere definite le modalità di uso del marchio "Azienda Spin-off dell'Università di Pisa" che sarà concesso subordinatamente alla formale costituzione dell'impresa quando sussistono le condizioni di cui all'art.8, comma 2, lett.a).

g) Deve essere definita la posizione assicurativa degli Spin-off per la responsabilità civile nei confronti di persone e cose dell'Università, con specifico riguardo all'eventuale personale non universitario operante nello spin off.

#### **Articolo 8 – Fase di Impresa**

1. Al termine della fase di pre-impresa gli Spin-off sono tenuti a presentare al Comitato Spin-off una dettagliata relazione concernente lo stato delle attività, dalla quale risultino con chiarezza le potenzialità di sviluppo ed il grado di competitività del prodotto/servizio all'interno del proprio mercato di riferimento.

2. Il Comitato Spin-off, valutata la suddetta relazione ed espletati altri accertamenti eventualmente necessari, redige una propria proposta da sottoporre all'approvazione del Consiglio di Amministrazione concernente in alternativa una delle seguenti possibilità:

a) attivazione della fase di impresa, con approvazione di una nuova convenzione con lo Spin-off, in cui siano specificamente previste le modalità per la risoluzione dei rapporti precedentemente in atto ed i nuovi rapporti Ateneo-Impresa. Tale convenzione è subordinata all'accertamento dei progressi ottenuti dall'azienda nella fase di pre-impresa, che devono necessariamente sostanziarsi in una fase avanzata del prodotto e dei servizi ad esso eventualmente collegati, desumibile dalla presenza almeno del prototipo;

b) proroga della fase di pre-impresa per un periodo non superiore ad 1 anno con il mantenimento dei rapporti previsti nella precedente convenzione;

c) risoluzione del rapporto con lo Spin-off.

3. Nel caso previsto dalla lettera a), l'Ateneo può valutare un'eventuale partecipazione al capitale sociale dell'azienda costituita sotto forma di società di capitali.

#### **Articolo 9 - Imprese già costituite senza supporto dell'Ateneo**

1. Per imprese già costituite senza supporto dell'Università di Pisa, in cui l'imprenditore e/o i soci siano in possesso dei requisiti oggettivi e soggettivi di cui all'art. 2, è prevista la possibilità di concessione del marchio "Azienda Spin off dell'Università di Pisa". Tali imprese devono comunque presentare una fase di avanzamento nel ciclo di vita del prodotto e dei servizi ad esso collegati, desumibile dalla presenza almeno del prototipo.

2. La proposta di attivazione sottoscritta da uno o più soggetti ammessi di cui all'art.2, lettera A, dovrà essere inviata al Comitato Spin off di Ateneo per un esame preliminare. Dopo tale esame, la proposta verrà inviata, a cura dell'Ufficio Ricerca, ai Direttori delle strutture di ricerca ritenute competenti in relazione all'oggetto e comunque a tutte le strutture di appartenenza dei proponenti.

3. La proposta dovrà contenere i seguenti dati:

- soggetti proponenti;
- descrizione analitica dell'attività svolta.

Alla proposta dovranno essere allegati:

a) atto costitutivo e statuto per le aziende costituite in forma societaria e visura camerale per le imprese individuali;

b) una relazione dettagliata dell'attività svolta, della situazione economico finanziaria dell'impresa e delle prospettive di sviluppo della stessa.

4. Nel caso di aziende costituite sotto forma di società deve essere chiaramente esplicitata la compagine sociale e la ripartizione delle quote del capitale sociale.

5. Il Comitato Spin off esprime parere in merito alla sola concessione del marchio entro 90 giorni dal ricevimento della proposta. Successivamente, a cura dell'Ufficio Ricerca, tale proposta è inviata al Consiglio di Amministrazione, per la conclusione dell'iter.

6. Qualora il Consiglio di Amministrazione deliberi in favore della concessione, all'azienda viene concesso, sulla base di apposita regolamentazione, l'uso del marchio "Azienda Spin off dell'Università di Pisa" con la clausola di possibile revoca ad insindacabile giudizio dell'Ateneo.

7. Nel caso di imprese costituite sotto forma di società di capitali l'Ateneo valuterà le eventuali opzioni di partecipazione al capitale sociale, così come previsto dall'art. 6 del presente regolamento.

## SEZIONE IV

### RAPPORTI TRA PERSONALE DELL'ATENEO E AZIENDE SPIN OFF

#### **Articolo 10 - Aziende partecipate dall'Università di Pisa.**

1. Nel caso di aziende in cui l'Ateneo abbia la partecipazione al capitale sociale (o nel caso in cui la convenzione di cui all'art.7, comma 2, lett.e) preveda tale opzione) il rapporto tra il personale docente o ricercatore e lo spin off risulta non soggetto ad autorizzazione come previsto dall'art.3, comma 2, lettera a) del "Regolamento sul conferimento di incarichi esterni retribuiti ai professori e ricercatori a tempo pieno".

2. Per i borsisti, i dottorandi e gli assegnisti di ricerca deve comunque esistere l'assenso del Consiglio dei Docenti o del responsabile della ricerca competente, con contestuale dichiarazione di compatibilità col rapporto in atto, ovvero richiesta di sospensione o modifica dello stesso.

3. Per tutto il personale dell'Ateneo coinvolto resta comunque l'obbligo di informare l'Università di ogni nuova circostanza che possa risultare significativa ai fini dell'insorgenza di un qualunque conflitto di interessi con le attività istituzionali dell'Università.

4. In ogni caso, questi soggetti sono tenuti al rispetto assoluto degli obblighi di correttezza e riservatezza nei confronti dell'Università e delle attività da questa gestite.

5. Sia per i docenti di ruolo che per borsisti, dottorandi ed assegnisti di ricerca l'autorizzazione potrà essere revocata, con preavviso di tre mesi, dal competente organo di Ateneo, sulla base della valutazione annualmente espletata dal Comitato Spin-off, di cui all' articolo 4.

#### **Articolo 11 - Aziende non partecipate dall'Università di Pisa.**

1. Nel caso di aziende in cui l'Ateneo non abbia la partecipazione al capitale sociale e non sia neanche prevista un'opzione di tale partecipazione, si rinvia ad un apposito regolamento di Ateneo attuativo delle previsioni di cui all'art.2, comma 1, lett. e) del D.Lgs 27 luglio 1999 n.297 e all'art.11 del decreto del Miur dell'8 agosto 2000 n.593, da emanarsi entro 60 giorni dalla data di entrata in vigore del presente regolamento.

#### **Articolo 12 - Personale tecnico – amministrativo dell' Ateneo**

1. Ove non diversamente disposto da apposita regolamentazione in materia, si rinvia a quanto

disposto dall'art.53 del D.Lgs n.165/2001.

## SEZIONE V

DISPOSIZIONI FINALI E TRANSITORIE .....

### 9.4 Schema di convenzione spin-off UNIPI

#### TRA L'UNIVERSITÀ DI PISA

di seguito denominata **Università**, con sede in Pisa, lungarno Pacinotti 43/44, CF....., rappresentata dal Rettore pro-tempore Prof. Marco Pasquali, autorizzato a sottoscrivere il presente atto con delibera del Consiglio di Amministrazione n. \_\_\_\_\_.del

\_\_\_\_\_

**E**

(indicare i dati di tutti i proponenti)

.....

.....

- L'Università ha il massimo interesse ad ospitare presso le proprie strutture imprese Spin-off del proprio sistema di ricerca che siano in grado di migliorare le sinergie tra l'Università ed il mondo imprenditoriale, al fine di perseguire l'effettivo trasferimento dei risultati della ricerca e lo sfruttamento delle conoscenze a vantaggio dello sviluppo economico e del territorio;
- i proponenti sopraelencati intendono costituire l'azienda ..... con il contributo e l'eventuale partecipazione dell'Università di Pisa (eventuale);

#### SI CONVIENE E SI STIPULA QUANTO SEGUE:

##### Art. 1- Oggetto

Oggetto del presente contratto è la regolamentazione dell'uso, da parte dei proponenti, degli spazi e degli altri servizi necessari per lo svolgimento delle previste attività, di seguito in dettaglio specificati, ubicati presso .....L'Università consentirà, attraverso il ..... e per un massimo di ..... anni, l'uso delle infrastrutture e dei servizi di cui all'art. 4 della presente convenzione. In cambio delle risorse rese disponibili, all'Università verrà riservata una quota di partecipazione all'azienda pari ad ..... del valore societario; l'Ateneo sarà inoltre esonerato dalle spese relative alla costituzione della Società stessa. Durante il periodo di validità della presente convenzione, qualunque cessione o trasferimento di quote societarie dovrà essere approvato all'unanimità da tutti i soci.

##### Art. 2- Durata

La durata della presente convenzione è di ..... anni complessivi a decorrere dalla data di sottoscrizione, con scadenza prorogabile, con accordo delle parti, per un massimo di .... anni. Entro tale periodo l'azienda dovrà terminare la fase di incubazione ed essere in grado di affrontare senza aiuti la situazione di mercato del proprio settore.

E' comunque facoltà delle parti recedere dal presente contratto, previo preavviso formale da darsi almeno con due (2) mesi di anticipo con lettera raccomandata.

### **Art. 3 – Obblighi dei proponenti**

I proponenti nominano un responsabile, al quale dovrà essere fatto riferimento per i rapporti con l'Ateneo.

I proponenti si impegnano ad utilizzare e conservare i beni immobili e mobili e le pertinenze assegnate con il presente atto con diligenza ed a restituire gli stessi alla scadenza del contratto in stato di buona conservazione, in rapporto al deperimento naturale dovuto all'usura e a provvedere alle opportune riparazioni, laddove sia stato arrecato danno.

Nel caso in cui si presentasse la necessità di apportare modifiche anche di tipo impiantistico i proponenti, tramite il loro responsabile, dovranno presentare formale richiesta al responsabile del ..... il quale darà, qualora ne ravvisi la necessità, autorizzazione scritta.

I proponenti si impegnano a comunicare le attrezzature ed i nominativi del personale coinvolto nelle attività oggetto del presente atto ed a rispondere dell'operato degli stessi secondo quanto previsto dal successivo art. 9.

I proponenti sono obbligati per l'intera durata del contratto al rispetto delle norme antinfortunistiche vigenti comprese quelle in materia di sicurezza e salute nei luoghi di lavoro di cui al D. Lgs. 626/94 e successive modifiche ed integrazioni e al D.I.M. 363/98.

### **Art. 4 – Obblighi dell'Università**

L'Università concederà in uso ai proponenti gli spazi, gli arredi, i servizi e le apparecchiature di seguito riportati, alle condizioni sottospecificate:

#### **Categoria A servizi rendicontabili a corpo**

- uso di un locale di mq.....;

- arredi per N..... postazioni di lavoro completi di:

- uso di un computer per la banca dati delle ricerche - interventi di manutenzione degli impianti idrici, termici ed elettrici di lieve entità, risolvibili con il personale del competente ufficio dell'Università;- manutenzione dei sistemi di sicurezza ed antincendio.

Sono compresi nella fornitura dei servizi sopraindicati i costi relativi a :

- fornitura di energia elettrica e acqua;
- riscaldamento e condizionamento dei locali;
- pulizia dei locali;
- assicurazione immobili;
- servizio di vigilanza dell'intera struttura;

#### **Categoria B: servizi rendicontabili a misura:**

- nessuno.

### **Art. 5- Corrispettivo e modalità di pagamento**

L'uso delle infrastrutture e dei servizi di cui al precedente Art. 4, si intende concesso a titolo gratuito per le fasi di pre-impresa e di incubazione e cioè per l'intera durata della presente convenzione. Allo scadere della convenzione, nel caso che le parti decidano di continuare l'attività in stretta collaborazione, dovranno essere fissati, mediante apposito contratto fra il ..... e l'azienda, i canoni per l'utilizzazione di tutte le risorse (infrastrutture e servizi) e le relative modalità di pagamento.

In cambio delle risorse utilizzate a titolo gratuito nelle fasi di pre-impresa ed di incubazione, l'azienda si impegna a riconoscere comunque all'Università un "bonus" forfettario pari al .... (...) per cento dell'utile prodotto durante l'intera durata della presente convenzione, in aggiunta agli utili derivanti dalla quota di partecipazione.

#### **Art. 6 – Personale e orario di lavoro**

Alle attività previste nella presente convenzione potrà partecipare personale dell'Università

Entità e modalità delle collaborazioni dovranno in ogni caso essere sottoposte all'approvazione dei responsabili delle strutture di appartenenza.

E' fatto divieto ai proponenti di richiedere prestazioni, o comunque di impartire istruzioni, direttamente al personale dell'Università diverso da quello autorizzato. A tal proposito i Responsabili di cui al successivo art. 8 concorderanno le modalità per l'erogazione dei servizi.

I proponenti dichiarano di essere informati e di accettare l'orario di lavoro in vigore presso il ....., nonché tutte le possibili future variazioni e i possibili periodi di chiusura collettiva che dovranno essere comunicati per tempo ai proponenti stessi.

Nel caso che i proponenti avessero necessità di erogazione dei servizi al di fuori degli orari e dei periodi suddetti, le modalità e le relative tariffe saranno concordate di volta in volta dai Responsabili indicati al successivo art. 8.

Il personale della costituenda Società estraneo all'Università non potrà accedere, salvo specifica autorizzazione da parte del Responsabile della Struttura, ai locali dati in uso ai sensi del presente contratto al di fuori dell'orario di apertura della struttura e, qualora presti attività lavorativa in essi, dovrà avere le necessarie coperture assicurative.

#### **Art. 7 – Brevetti e licenze**

Per consentire l'avvio dell'attività produttiva sia gli inventori che l'Università concedono all'azienda la possibilità di sfruttare le proprie quote del brevetto n. ...., gratuitamente per tutta la durata della presente convenzione. Allo scadere della convenzione il valore del brevetto sarà fatto valutare con apposita perizia ed all'azienda ..... verrà riservata l'opzione per l'acquisto dei diritti di sfruttamento. In ogni caso i proventi saranno ripartiti secondo quanto previsto all'Art. 13 del Regolamento di Ateneo in materia di invenzioni conseguite nell'ambito dell'Università.

#### **Art. 8 – Responsabili della convenzione**

Per la gestione del presente contratto vengono nominati i seguenti responsabili:

Per l'Università: .....

Per i proponenti: .....

#### **Art. 9 – Responsabilità**

I proponenti sono ritenuti responsabili di qualunque fatto doloso o colposo imputabile al personale coinvolto nelle attività di cui al presente contratto, che cagioni danni all'Università, a terzi o a cose di terzi, e si impegna a provvedere, a propria cura e spese, alla tempestiva riparazione di eventuali beni danneggiati.

L'Università è tenuta alla tempestiva riparazione di eventuali beni di proprietà o disponibilità dei proponenti danneggiati per colpa di propri dipendenti. Una volta accertata la responsabilità ed in caso di mancato intervento, l'Università e i proponenti provvederanno a quanto necessario addebitando al responsabile i relativi costi diretti ed indiretti. In ogni caso, per i rischi non coperti dalla polizza generale di Ateneo dovrà essere stipulata apposita polizza integrativa.

#### **Art. 10 – Registrazione**

Il presente atto, redatto in bollo con spese a carico delle Parti in uguale misura, verrà registrato in caso d'uso ai sensi dell'art. 4 della tariffa, parte II, allegata al DPR 131/86.

#### **Art. 11 – Norme di rinvio**

Per tutto quanto non previsto dal presente atto si fa rinvio alle norme del codice civile.

Il Rettore  
Prof. Marco Pasquali

Il Responsabile dei proponenti

### **9.5 Modello di business plan-indice schematico**

0) Esecutive summary (breve sintesi delle parti principali del business plan)

1) Business idea

- Business concept/model
- Vision
- Mission
- Descrizione del prodotto/servizio

2) Analisi di mercato

- Dimensioni e trend
- Caratteristiche del mercato

3) Analisi della concorrenza

- Posizionamento e vantaggio competitivo
- Matrice del settore
- Grafico di posizionamento
- Schede dei competitor

4) Strategia di marketing

- Product
- Price
- Place
- Promotion

5) Il sistema del valore (organizzazione delle varie attività dell'impresa e dei rapporti con i fornitori di prodotti o servizi)

6) Management team (organizzazione delle risorse umane all'interno dell'impresa)

7) Timing (organizzazione dell'impresa negli anni)

8) Financial Planning (piano finanziario con stima dei ricavi, dei costi, dei flussi di cassa e del punto di pareggio)

Previsione dei ricavi di vendita e del valore della produzione

Previsione costi variabili proporzionali ai ricavi  
Previsione costi variabili proporzionali alla produzione  
Previsione costi fissi  
Previsione costo del lavoro  
Previsione crediti commerciali e altri crediti di gestione tipica  
Previsione rimanenze  
Previsione immobilizzazioni e ammortamenti  
Previsione dei debiti commerciali e di altri debiti di gestione tipica  
Conto economico previsionale dettagliato (solo voci di gestione tipica)  
Attivo e Passivo patrimoniale dettagliati (solo voci di gestione tipica)  
Interessi attivi e passivi  
Calcolo Erario conto IVA  
Calcolo imposte  
Bilanciamento Fonti-Impieghi  
Conto economico riclassificato e per destinazione funzionale  
Stato patrimoniale  
Rendiconto finanziario  
Indici di bilancio  
Conclusioni

## 10 INDICE DEI MATERIALI CONTENUTI NEL DVD ALLEGATO

In allegato al documento è disponibile un DVD contenenti i seguenti dati:

- Cartella **VIDEO**:  
Contiene la registrazione dei voli nelle diverse aree ripresi dalla configurazione Rawas/Era-A;
- Cartella **DATI GREZZI**:  
contiene la serie di dati grezzi prodotti dalle immagini telerilevate riprese dalla configurazione Rawas/Era-B;
- cartella **ELABORAZIONI 1**:  
contiene una serie di elaborazioni riguardanti la mosaicatura e la geocodifica delle strisciate;
- cartella **ELABORAZIONI 2**:  
contiene una serie di elaborazioni riguardanti la segmentazione e classificazione delle immagini come mostrate nel capitolo 6.

### VIDEO

In questa cartella sono presenti i filmati restituiti dalle riprese dei voli test e sono in formato wmv (Windows Media Video):

- ASIAGO ADUNATA ALPINI MAGGIO 2006.wmv
- ASTA MEDIO BRENTA LUGLIO 2006.wmv
- PADOVA e VENEZIA LUGLIO 2006.wmv
- VENEZIA LIDI e MOSE V1 LUGLIO 2006.wmv
- VENEZIA LIDI e MOSE V2 LUGLIO 2006.wmv

Nella cartella *KMZ* è possibile accedere a estratti di video contenuti in un server remoto, visualizzandoli direttamente all'interno della piattaforma Google Earth e riguardano l'area di Piazza San Marco a Venezia e un tratto del canale del medio Brenta.

Una volta aperti in Google Earth e cliccando nel contenuto del file kmz nel frame di sinistra *luoghi temporanei*, è possibile visualizzare direttamente il video all'interno della piattaforma.

### DATI GREZZI

In questa cartella sono presenti le immagini originali restituite dalla ripresa del test del 13 luglio 2006 e corrispondenti ciascuna ad un record contenuto nella tabella excel relativa al log. Le cartelle sono suddivise in primo luogo sulla base del sensore utilizzato (Duncan, Flir, Nikon) ed in secondo luogo per area geografica (Laguna, Treviso, Adria, Mestre).

I formati grafici sono JPG per il multispettrale (Duncan) e visibile (Nikon) e BMP per il termico (Flir).

Inoltre è presente la cartella LOG che contiene le tracce dei voli restituite dal GPS di bordo e visualizzabili in formato Excel o Mapinfo.

## **ELABORAZIONI 1**

Sono presenti 3 sottocartelle: ECW, JPG e KMZ.

La cartella ECW contiene le immagini riprese nel multispettrale e nel visibile georiferite nel sistema UTM32-WGS84 e compresse nel formato *Ecw (Enhanced Compression Wavelet)*.

La cartella JPG contiene il risultato originale delle mosaicature e, per ciascuna di esse, una versione calibrata radiometricamente.

La cartella KMZ contiene i risultati delle elaborazioni visualizzabili in ambiente *Google Earth*, sia per la camera Duncan che per la Nikon. Contiene inoltre le *coverage* relative alle tracce dei voli.

## **ELABORAZIONI 2**

In questa cartella sono presenti due esempi riguardanti il processo di classificazione.

Il primo consente di visualizzare una ripresa dello Sky Arrow nell'area di Adria con associata una tavoletta della CTR. I files sono disponibili sia per Mapinfo (raster e vettoriale) che ArcGIS (raster 2000 e raster 2006).

Il secondo consente di visualizzare i risultati dell'analisi di incrocio tra la camera multispettrale (Duncan) e termica (Flir).

In Mapinfo è sufficiente aprire il file area di lavoro (.wor) mentre in ArcGIS occorre aprire l'ArcMap Document (.Mxd).