

Bridging the gap between ground-based sampling, and remote sensing via UAS

Antonino Maltese ^(a), Loris Franco ^(b), Giuseppe Provenzano ^(b), Antonio Motisi ^(b), Fulvio Capodici ^(a), Giuseppe Ciralo ^(a), Goffredo La Loggia ^(a), Mauro Lo Brutto ^(a), Pavel Alekseychik ^(c), Felix Frances ^(d), Salvatore Manfreda ^(e)

(a) Dipartimento di Ingegneria, Università degli Studi di Palermo, Palermo, Italy, tel: +3909123896547, email: antonino.maltese@unipa.it

(b) Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali, Università degli Studi di Palermo, Palermo, Italy, tel: +3909123897081, email: giuseppe.provenzano@unipa.it

(c) Institute for Atmospheric and Earth System Research (INAR), University of Helsinki, email: pavel.alekseychik@luke.fi

(d) Research Institute of Water and Environmental Engineering (IIAMA), Universitat Politècnica de València, València, Spain, tel: email: ffrances@hma.upv.es

(e) Dipartimento delle Culture Europee e del Mediterraneo: Architettura, Ambiente, Patrimoni Culturali (DiCEM), Università degli Studi della Basilicata, Matera, Italy email: salvatore.manfreda@unibas.it

Abstract esteso

Con la diffusione dei sistemi aerei a pilotaggio remoto (*unmanned aerial system*, UAS), il telerilevamento di prossimità ha permesso di perfezionare la stima del flusso di calore latente effettivo, *ET*, e lo stato di stress idrico della vegetazione attraverso l'utilizzo di immagini termiche e multispettrali ad alta risoluzione spaziale.

Le acquisizioni sono state effettuate nel Marzo e nel Luglio 2019, nell'ambito della COST *action* CA16219 denominata "*Harmonization of UAS techniques for agricultural and natural ecosystems monitoring*", finalizzata a stabilire i protocolli di elaborazione di immagini telerilevate da piattaforma UAS ed a mettere a punto una tecnica semplificata per quantificare le condizioni di stress idrico della vegetazione. Obiettivo specifico è stato quello di verificare gli approcci di bilancio energetico superficiale per il monitoraggio dello stress idrico al variare della risoluzione spaziale ed in condizioni di differente stato idrico della vegetazione. Lo stress idrico della vegetazione è stato quantificato valutando la cosiddetta frazione evaporativa (*evaporative fraction*, f_e). La variabile f_e [1] infatti quantifica l'aliquota di energia disponibile alla vegetazione, $ET+H$ (H rappresenta il flusso di calore sensibile), che viene utilizzata come flusso di calore latente (e.g., Cammalleri *et al.*, 2012).

$$f_e = \frac{ET}{ET+H} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{m})^2}{n(n-1)} \quad [1]$$

La frazione evaporativa si riduce al diminuire della risorsa idrica disponibile alla vegetazione.

I dati acquisiti tramite UAS sono stati radiometricamente calibrati mediante misure spettroradiometriche (effettuate tramite spettroradiometro *ASD Field Spec Pro FR*) e termiche (effettuate tramite camera termica *FLIR SC660*).

Il sito sperimentale (un agrumeto impiantato con *Citrus reticulata* Blanco) è ubicato nei pressi di Palermo, in prossimità della costa nord della Sicilia (38° 4'

53.4" N, 13° 25' 8.2" E), che dal 2018 è servito da sistema di irrigazione sottosuperficiale installato ad una profondità di 30 cm. La gestione irrigua, nel periodo luglio-agosto ha previsto adacquamenti di circa 50 lh⁻¹ per pianta effettuati ogni tre giorni.

Otto sensori Sentek "drill and drop" sono stati installati al fine di monitorare i profili di umidità e di temperatura del suolo ogni 0.10 m, dalla superficie e fino ad una profondità di 0.60 o 1.20 m. Infine, una *Flux Tower* è stata installata nel Febbraio 2019 al fine di monitorare i principali flussi energetici (inclusi il flusso di calore latente ed flusso di calore sensibile) con frequenza semioraria mediante la tecnica della correlazione turbolenta (*Eddy Covariance*).

Un optocottero NT-8 Contrast con a bordo una camera termica Optris PI450 ed una camera multispettrale hanno consentito la mappatura del frutteto e la stima dei flussi energetici superficiali.

In questo lavoro si riportano i primi risultati in termini di flussi energetici misurati in situ con la tecnica della correlazione turbolenta (Figura 1).

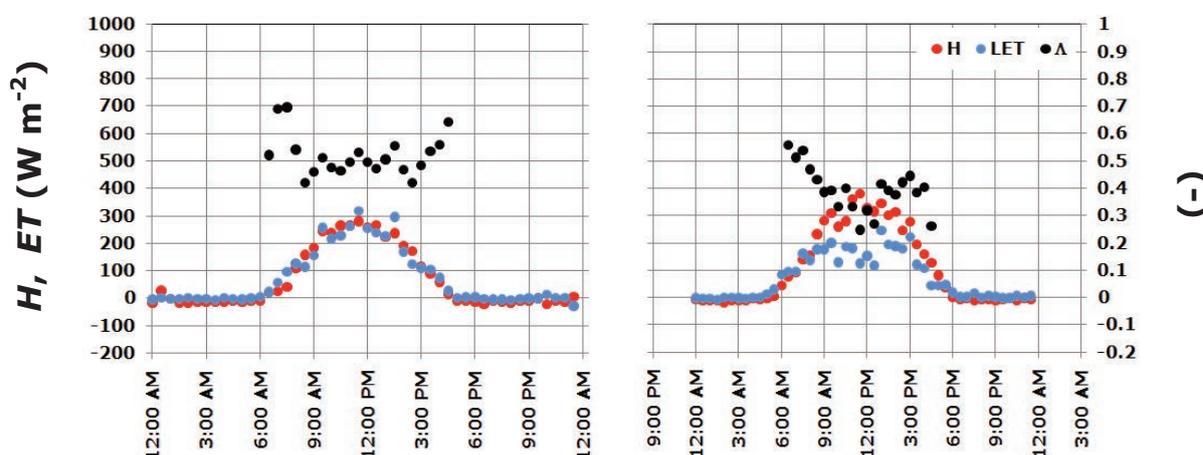


Figura 1 – Andamento orario (UTC) del flusso di calore latente (in blu, asse delle ordinate primario), del calore sensibile (in rosso, asse primario) ed della risultante frazione evaporativa (in nero, asse secondario) in un periodo di risorsa idrica non limitante (23 marzo 2019, pannello di sinistra) e limitante (22 luglio, pannello di destra) i processi evapotraspirativi

Le misure confermano che la frazione evaporativa assume valori pari a 0.5 nelle ore diurne durante il periodo di disponibilità idrica non limitante i processi evapotraspirativi e medio bassa forzante energetica (Marzo 2019) (pannello di sinistra), mentre invece nel periodo in cui la forzante energetica raggiunge i massimi annuali ed il contenuto idrico del suolo limita i processi evapotraspirativi (Luglio 2019) la frazione evaporativa nelle ore diurne si riduce a valori compresi tra 0.3 e 0.4 (pannello di destra). Le elaborazioni delle immagini rilevate da piattaforma UAS consentiranno di valutare la distribuzione spaziale della frazione evaporativa.

Riferimenti bibliografici

Cammalleri, C., Ciraolo, G., La Loggia, G., Maltese, A. (2012), "Daily evapotranspiration assessment by means of residual surface energy balance modeling: A critical analysis under a wide range of water availability", *Journal of Hydrology*, 452-453: 119-129