

TRAS.IRRI.MA., strategie di gestione irrigua per un'agricoltura di precisione

Integrate le informazioni provenienti dal bilancio idrico del frutteto con quelle della sensoristica di prossimità a supporto della decisioni



Data: Tue Sep 20 09:45:38 CEST 2022

Lavoro svolto nell'ambito del PSR Basilicata 2014-2020 sottomisura 16.1 – TRAS.IRRI.MA. (TRASferimento di tecnologie e protocolli di gestione IRRIgua MAturi per l'ottimizzazione dell'irrigazione) ([Clicca qui per saperne di più](#))

Il Progetto TRAS.IRRI.MA ha l'obiettivo di diffondere presso le aziende agricole le conoscenze già mature, favorendo l'implementazione di una gestione innovativa della risorsa idrica, integrando alla compilazione del bilancio idrico informazioni aggiuntive quali la definizione del volume di suolo interessato dall'intervento irriguo e le caratteristiche idrologiche del campo, al fine di quantificare l'acqua

contenuta nel volume di suolo interessato dall'irrigazione e, soprattutto, avvalersi di strumenti di monitoraggio dell'umidità che consentano di correggere eventuali errori di gestione.

L'irrigazione rappresenta una tecnica colturale apparentemente semplice. Tuttavia, errori di gestione possono ripercuotersi sulla qualità e quantità della produzione, sulla longevità dell'impianto arboreo e non meno importante avere ripercussioni negative sulla salubrità dell'ambiente.

Se pur nell'ultimo decennio i sistemi di erogazione idrica a maggior efficienza (goccia) hanno preso il posto dei sistemi di erogazione a bassa efficienza (sistemi a pioggia o ad aspersione sottochioma) molto ancora occorre fare per innalzare il livello dell'efficienza idrica.

È da precisare che con i sistemi localizzati a microportata una cattiva gestione può avere ripercussioni sulle colture ben più gravi. Un apporto idrico insufficiente con sistema a goccia in breve tempo porterà la pianta in stress idrico in conseguenza del ridotto volume di suolo interessato dall'irrigazione e di conseguenza della ridotta quantità di acqua disponibile per la coltura (**Foto 1**).

Di contro eccessi idrici possono determinare ristagni nel suolo a livello delle radici strutturali attivando fenomeni di anaerobiosi e marcescenza ed in terreni ben drenati attivare pericolosi fenomeni di lisciviazione di elementi fertilizzanti.

È evidente che l'approccio empirico dell'irrigazione espone ad errori di valutazione elevati, da qui la necessità di tracciare un protocollo di gestione che tenga conto delle diverse variabili e parametri da considerare per elevare il livello di efficienza.

La gestione della risorsa idrica nel comparto agricolo assume un ruolo fondamentale anche sull'impatto e sull'equilibrio ambientale. Pertanto si rende necessario un approccio all'irrigazione di precisione che, oltre a massimizzare le rese, contribuisca a migliorare la performance ambientale con particolare riferimento alla tutela del suolo e al risparmio idrico, partendo dall'ottimizzazione delle tecniche irrigue su scala aziendale.

È opportuno ribadire che l'irrigazione di precisione si può raggiungere solo integrando le conoscenze di ecofisiologia del frutteto con le innovazioni tecnologiche (es. *Information Communication Technology* - ICT e *Internet of Things* - IoT), che rendono possibile il monitoraggio costante dei parametri del sistema Suolo-Pianta-Atmosfera con tecnologie di telerilevamento e sensori di prossimità

Oggigiorno sono disponibili diversi modelli di DSS che utilizzano il bilancio idrologico su base fisica, accoppiati a modelli idraulici per stimare il movimento dell'acqua nel suolo e a modelli di crescita delle colture e rese produttive, per valutare la risposta alla disponibilità idrica (IRRISAT, IRRWEB, SIRR-MOD, ecc.). Questi modelli vanno molto bene quando applicati a livello di areali vasti (es. distretti irrigui) per stimare il totale dei fabbisogni irrigui delle colture e per orientare il governo dell'acqua a livello consortile. Quando questi strumenti vengono applicati a scala aziendale per la gestione irrigua, presentano molti limiti legati alla non sufficiente accuratezza nella misura delle variabili sito-specifiche e alla non presenza di un adeguato livello di automatismo nell'apprendimento (*machine learning*), basate sulla verifica *in situ* dell'effetto del volume irriguo ipotizzato e al successivo affinamento del modello.

Per un'irrigazione di precisione in frutticoltura è di estrema importanza considerare le specificità del sito. I sistemi di supporto alla decisione irrigua devono essere in grado di misurare le variabili sito-specifiche, devono essere molto flessibili e in grado di poter facilmente dialogare con l'operatore finale che gestisce l'irrigazione.

Diversi DSS disponibili (Risplidric, Irriguida, Irrinet, Bluleaf, Irristrat, Opiris, ecc.) stanno implementando sistemi basati sull'integrazione del bilancio idrico con le misurazioni in situ delle variabili del sistema suolo-pianta-atmosfera.

Considerato che gli errori nella stima delle componenti del bilancio idrico sono inevitabili, dal punto di vista pratico-applicativo il metodo per arrivare alla definizione dei corretti volumi irrigui è quello di accoppiare il metodo del bilancio idrico con il processo di verifica degli effetti dell'irrigazione nel sistema suolo-pianta.

Il gruppo di ricerca di Frutticoltura del DiCEM grazie all'esperienza maturata in diversi progetti di ricerca e trasferimento ha delineato una strategia irrigua di precisione basata sull'integrazione dell'informazioni proveniente da DSS basato sul bilancio idrico del frutteto e quelle provenienti dall'uso di sensoristica di prossimità a supporto della decisione irrigua.

Materiali e metodi

L'attività di trasferimento si è concentrata presso aziende frutticole ed olivicole associate all'OP partecipanti al GO AcquaBasilicata.

Le aziende olivicole sono dislocate nell'area di Venosa (socio dell'OP olivicola Rapolla Fiorente) e nell'area metapontina sono situate le aziende frutticole (**Foto 2**).

L'azienda agricola Clemente (Sito 1) (**Foto 3**) e l'azienda Xiloyannis (Sito 2) (**Foto 4**) entrambe associate all'O.P. APOFRUIT ITALIA Soc. Coop., l'azienda Valicenti (Sito 3) associata all'OP Capofila ASSO FRUIT ITALIA Soc. Coop. Agr (**Foto 5**), l'azienda Alamprese (Sito 4) e Mollica (Sito 5) soci dell'O.P. Soc. Coop. RAPOLLA FIORENTE (**Foto 6 e 7**, rispettivamente), e l'azienda di Ancona (Sito 6) socio dell'O.P. ANCONA Soc. Coop. Agr (**Foto 8**).

Descrizione del protocollo di gestione idrica

Preliminare alla compilazione del bilancio idrico è acquisire informazioni generali del sito.

Il sesto d'impianto, la tipologia dell'apparato radicale (superficiale e/o profondo, espanso e/o localizzato), le caratteristiche della specie (idroesigente e/o arido resistente), la cultivar (precoce e/o tardiva), le caratteristiche dell'impianto d'irrigazione (portata erogatori, area di bagnatura ecc.), disponibilità

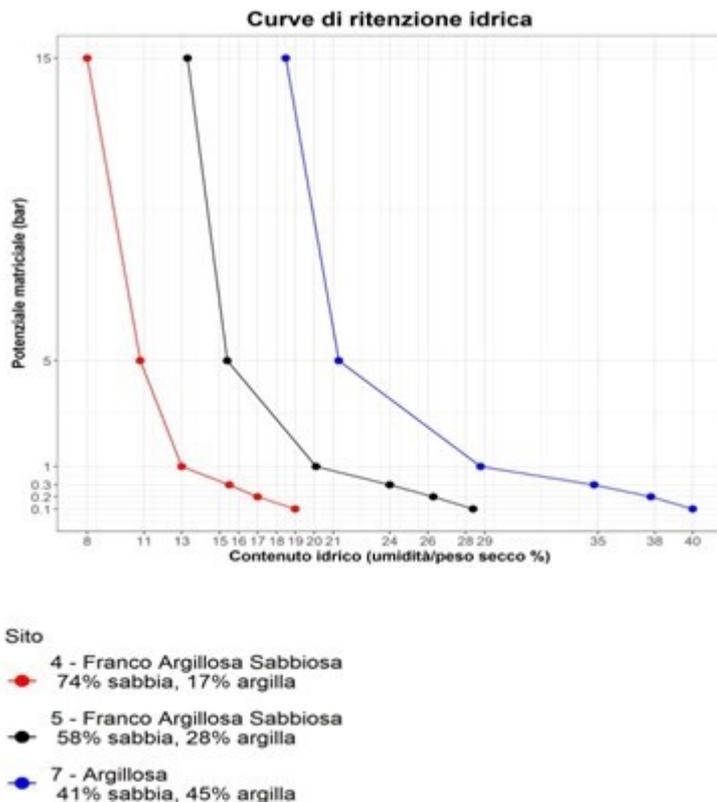
temporale dell'acqua (turnata, attingimento da risorse aziendali ecc.). Gli elementi sopra menzionati oltre alle caratteristiche idrologiche del suolo sono informazioni fondamentali per il calcolo dell'esigenza idrica del frutteto e per la corretta gestione dell'irrigazione.

- a. **Acquisizione delle caratteristiche degli impianti irrigui.** La portata alle diverse pressioni d'esercizio dell'erogatore utilizzato, la sua area bagnata sarà funzione delle caratteristiche tecniche ma anche dalla modalità d'installazione (ad es. l'altezza dal suolo per i sistemi a spruzzo condiziona l'ampiezza del raggio di bagnatura), il numero di erogatori per unità di superficie e la distanza d'installazione sono informazioni utili per il calcolo della portata dei settori irrigui e per la definizione del volume di suolo bagnato.
- b. **Caratterizzazione del suolo.** Per definire il rapporto acqua-suolo, occorre acquisire un'analisi fisica del profilo del suolo dalle quali dipendono le caratteristiche idrologiche dei suoli. La curva di ritenzione idrica (**Fig. 1**) mette in relazione il potenziale matriciale e il contenuto idrico. Tali informazioni ci consentono di determinare la quantità di acqua che può essere trattenuta nell'unità di volume di suolo (**Tabella 1**).

Tabella 1 - Tessitura, Volume di suolo bagnato, Capacità Idrica di Campo (CIC), Punto di Appassimento (PA), e Acqua Facilmente Disponibile alla pianta (AFD) di ciascun sito pilota.

Siti	Coltura	Tessitura			Suolo	Volume di suolo irrigato (C1) mc/ha	Peso specifico (t/mc)	Sistema irriguo	CIC (%P/P)	PA (%P/P)	AD (m ³ /ha)	AFD (m ³ /ha)
		sabbia (%)	Limo (%)	Argilla (%)								
1	Actinidia (G3)	68	12	20	FS	785	1,42	2 Gorgiatori/p	19,0	8,0	122,6	49,0
2	Actinidia (G3)	58	14	28	FAS	1152	1,39	2 Ali gocciolanti	28,4	13,3	241,8	96,7
3	Albicocco (mogador)	58	17	25	FAS	1178	1,40	2 Ali gocciolanti	28,6	13,6	246,5	123,2
4	Olivo superintensivo	41	14	45	A	1250	1,30	1 Ala gocciolante	40,0	18,5	348,8	209,3
5	Olivo intensivo	58	16	26	FAS	667	1,36	2 Ali gocciolanti	28,7	13,4	138,8	83,3
6	Fragola Candonga	69	10	21	FAS	804	1,44	2 Ali gocciolanti	28,0	14,6	155,7	62,3

Figura 1 - Esempio di Curva di ritenzione idrica di tre diversi suoli in relazione alla loro composizione granulometrica.



La curva di ritenzione idrica mette in relazione il potenziale matriciale e il contenuto idrico e permette di definire la soglia di Capacità Idrica di Campo (CIC) e di Punto di Appassimento (AP) e tra questi due estremi è compresa l'Acqua Disponibile (AD). Dai risultati della curva di ritenzione idrica di tre siti sperimentali (Fig. 1) si evince come gli andamenti possano essere molto diversi in relazione alla composizione granulometrica dei suoli. I valori di umidità alla CIC variano dal 40 al 19 % /p.s., mentre quelli al PA variano dal 20 all'8%/p.s. Tali informazioni ci consentono di determinare la quantità di AD e quella di AFD che può essere trattenuta nell'unità di volume di suolo.

Come è possibile osservare dalla tabella 1, la quantità di acqua disponibile (AD) cambia sensibilmente in relazione alla tessitura del suolo. In un terreno tendenzialmente sabbioso (Sito 1) vi è solo l'11% p/p di AD a fronte del 21,5% p.p. in un terreno tendenzialmente argilloso (Sito 4). La conoscenza di questi parametri consente come vedremo in seguito di stabilire volumi e turni irrigui

1. Definizione del volume di suolo interessato dall'irrigazione

Per massimizzare l'efficienza irrigua è necessario definire quale sia il volume di suolo interessato dall'apparato radicale e potenzialmente bagnato dal sistema irriguo. Considerando l'area bagnata dal singolo erogatore (che deve essere misurata direttamente in campo) e la profondità del profilo di suolo interessato dall'apparato radicale e bagnato dall'intervento irriguo è possibile calcolare il volume del contenitore 1 (**Fig. 2**) ossia quello su cui si concentra l'intervento irriguo.

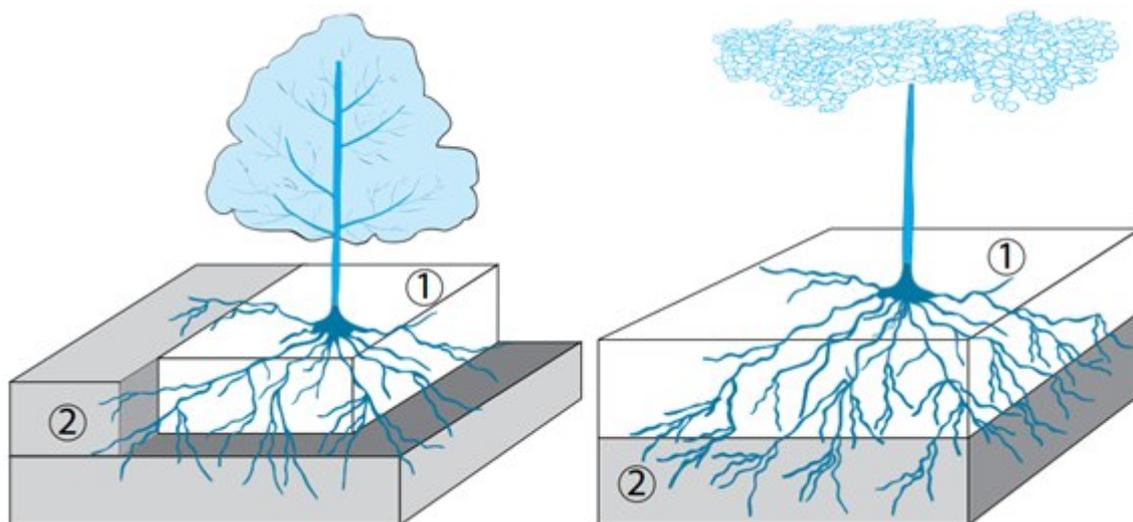
Nel caso il frutteto sia irrigato con sistema disperdente costituite da ali gocciolanti a passo stretto che assicurano una area di bagnatura continua, è possibile trascurare l'area del singolo punto goccia ed approssimare la superficie bagnata ad una superficie continua. In tal caso per il calcolo del volume si potrà applicare la seguente formula:

Contenitore 1 (C_1) (Volume di suolo interessato dall'Irrigazione) = A (larghezza della fascia bagnata) $\times L$ (lunghezza della fascia bagnata) $\times P$ (profondità di suolo interessato dalle radici assorbenti) (m^3/ha)

Il Contenitore 2 non riceve acqua irrigua ma è un importante serbatoio per l'accumulo di acqua piovana.

Contenitore 2 (C_2) (Volume di suolo non interessato dall'Irrigazione) = Volume totale - C_1 (m^3/ha);

Figura 2 - Rappresentazione dei contenitori 1 e 2 in frutteti con irrigazione localizzata (sinistra) o con bagnatura dell'intera superficie (destra). Nel volume di suolo interessato dall'irrigazione (parallelepipedo trasparente n. 1) ricade la parte più attiva dell'apparato radicale, mentre le altre radici esplorano un volume di suolo non interessato dall'irrigazione (parallelepipedo grigi, n. 2)



Nel caso si utilizzassero sistemi di erogazione che bagnano tutta la superficie il Volume del Contenitore 1 è funzione unicamente della profondità di suolo bagnato.

Contenitore 1 (C_1) (Volume di suolo interessato dall'Irrigazione) = Superficie unitaria (10.000 mq) $\times P$ (profondità di suolo interessato dalle radici assorbenti) (m^3/ha)

Nel caso di sistemi che non bagnano una fascia continua, come ad esempio gocciolatori o spruzzatori, va considerato l'area di bagnatura del singolo erogatore, il numero di erogatori ad ettaro e la profondità di bagnatura fissata (**Foto 9**).

1. Acquisizione variabili ambientali

Le variabili ambientali utilizzate per la compilazione del bilancio idrico (pioggia e variabili per la determinazione dell'Eto) sono acquisite da stazioni meteo installate presso i siti (**Foto 10**) o ove presenti nelle vicinanze dalle stazioni meteo Agrobios-Alsia. È possibile stimare con una buona precisione l'evapotraspirazione mediante stazioni meteo o atmometri installati direttamente in campo (**Foto 11**).

Sono presenti anche atmometri (evaporimetri) digitali con possibilità di trasmissione in remoto delle acquisizioni, molto utili per elevare il livello di precisione del bilancio.

La possibilità di acquisire durante la giornata i dati parziali dell'ET0 consente a tecnici ed operatori di modificare la programmazione irrigua giornaliera in relazione a mutamenti delle condizioni climatiche. Lo strumento fornisce un impulso ogni 1,016 mm di ET0 per cui è possibile frazionare il volume irriguo giornaliero in modo da soddisfare l'intensità del flusso evapotraspirativo registrato dallo strumento (**Fig. 3**).

Figura 3 - Si riporta l'andamento dell'evaporazione giornaliera registrato da un atmometro digitale installato in uno dei campi pilota. Sulla linea magenta ogni punto indica 1,07 mm di evaporazione, la linea verde indica l'evaporazione cumulata giornaliera.

Di seguito si riporta una sintesi delle variabili ambientali utilizzati per la compilazione del bilancio idrico e caratterizzanti l'areale del metapontino (**Fig. 4**).

Figura 4 - Valori cumulati e medie mensili dell'evapotraspirazione, precipitazione e deficit idrico registrati nell'anno 2021 e confrontati con la media del periodo 2001-2020 (Elab da dati ALSIA).

Nel metapontino dai dati delle stazioni regionali dell'ALSIA, le precipitazioni medie negli ultimi 20 anni (2001-2020) sono di circa 590 mm/anno (Fig. 4), con una distribuzione prevalente nei mesi autunno-vernini, difatti nel periodo vegetativo aprile-ottobre mediamente cadono 272 mm di pioggia per lo più a carattere temporalesco.

L'evapotraspirazione raggiunge valori medi cumulati annuali nel periodo 2001-2020 di 1246 mm generando un deficit idrico ambientale medio di 656 mm, nel corso del periodo vegetativo il deficit idrico cumulato medio nei vent'anni analizzati è di 733 mm/anno inferiore di circa 100 mm rispetto ai valori registrati nell'anno 2021 durante il quale il deficit idrico ambientale è stato di 836 mm. (Fig. 4).

1. Fabbisogno idrico giornaliero e definizione dei turni irrigui

Il fabbisogno idrico (ossia l'evapotraspirazione colturale - ET_c) si può determinare sulla base della seguente relazione semplificata: $ET_c = ET_0 \times K_c$ dove ET_0 è l'evapotraspirazione di riferimento (mm) e il K_c il coefficiente colturale.

Dopo la determinazione del fabbisogno di acqua (ET_c , mm), si procede al calcolo del volume irriguo da erogare (V_i , m³ ha⁻¹) attraverso un bilancio idrologico semplificato, che considera l'efficienza del metodo irriguo (EFF) e le eventuali piogge utili (P_u , mm). $V_i = (ET_c - P_u) / Eff$.

Considerata la semplicità del calcolo, in assenza di altri strumenti informatici, si può ritenere sufficiente l'uso di un foglio di lavoro (Excel o altri).

Per i siti del progetto **TRAS.IRRI.MA** il bilancio idrico è stato eseguito tramite un foglio di calcolo excel composto da più schermate entro cui sono inserite le informazioni di cui ai punti precedenti e nel quale è determinata la portata dell'impianto irriguo, il volume di suolo bagnato, la frazione di acqua disponibile (AD) e facilmente disponibile.

Nel foglio del Bilancio idrico sono inseriti giornalmente i dati di ET_0 e di Pioggia e restituisce il volume irriguo necessario. Per la restituzione della quantità di acqua evapotraspirata dal sistema frutteto, si considera il volume di suolo interessato dall'irrigazione e la sua capacità di immagazzinare acqua. I valori di AD e AFD del volume di suolo bagnato dall'irrigazione permettono di definire meglio le "soglie di intervento". Per una strategia irrigua finalizzata a mantenere la coltura a livelli di massima funzionalità (traspirativa e fotosintetica), il depauperamento dell'acqua nel contenitore 1 non deve superare le quantità corrispondenti alla AFD calcolati in relazione alla sensibilità della coltura (30-40% AD per actinidia, 60% AD olivo e 50% per tutte le altre specie). Applicando questo criterio nel bilancio idrico viene automaticamente definito anche il turno irriguo, che è pari all'intervallo di tempo che le piante impiegano per estrarre dal suolo il volume di acqua corrispondente all' AFD .

Pertanto in relazione alla portata dell'impianto si calcola la durata dell'intervento irriguo giornaliero. Se il volume da distribuire è superiore all'AFD del contenitore, per evitare un effetto drenaggio è opportuno programmare più interventi giornalieri.

Esempio di gestione irrigua ottimizzata in un sito di Actinidia

Descrizione del sito

Si riporta l'esperienza di gestione irrigua di un campo di *Actinidia chinensis* in piena produzione, sito in agro di Bernalda.

L'actinidieta è allevato su struttura a tendone con antigrandine, la forma di allevamento è il monocordone. Le piante sono disposte a 2 metri sulla fila e a 5 metri tra le file, con un investimento complessivo di 1000 piante per ettaro. Il frutteto è servito da doppia ala gocciolante disposta a 50 cm su ciascun lato del filare

Le caratteristiche del sito sperimentale sono riportate nelle **Tabelle 2 e 3**.

Tabella 2 - Caratteristiche del Sito (cv. Actinidia - Kiwi Giallo in Agro di Bernalda).

CARATTERISTICHE DEL SITO - IMPIANTO KIWI GIALLO	
Località	Bernalda (MT)
Dati Catastali	Foglio di Mappa n. 110 - Particella n. 56
Coordinate	Coord. X: 16,77861 - Coord. Y: 40,41286
Centro operativo di riferimento per la fornitura di acqua per l'irrigazione	Serramarina (MT) - Agro di Bernalda (MT)
Consorzio di Bonifica di Bradano e Metaponto	C.da Pezzica S.S. Metaponto (Matera - Metaponto)
Anno Impianto	2014
Coltura	KIWI (<i>Actinidia chinensis</i>)
Tipo coltivazione	Biologica
Ettari Totali Coltivati (ha)	1,200
N° Piante Complessive Campo	1.200
Sesto d'impianto	5 x 2 m
Distanza Pianta (m)	2,00
Distanza File (m)	5,00
N° Piante/ha	1.000

Tabella 3 - Caratteristiche dell'impianto irriguo e definizione della portata su superficie unitaria (cv. Actinidia - Kiwi Giallo in Agro di Bernalda).

CARATTERISTICHE IMPIANTO DI IRRIGAZIONE	
Descrizione Impianto di Irrigazione	Impianto di irrigazione a goccia con gocciolatori auto-compensanti da 2,3 l/h distanti ogni 60 cm e posizionati su ala disperdente di diametro pari a 16 mm, quest'ultima installata a 70 cm da entrambi i lati di ciascuna filare di piante
N° Ali Disperdenti	2
Portata Erogatori (l/h)	2,30
Distanza Erogatori (m)	0,60
N° Erogatori/ha	6.667
Portata Impianto (m ³ /h*ha)	15,33
Efficienza Metodo Irriguo	95%
Portata Impianto (m ³ /h*ha)	14,57

Partendo dall'area bagnata dal singolo erogatore e dalla profondità di bagnatura, si risale alla stima del volume di suolo bagnato dall'irrigazione e conseguente definizione dei contenitori: *Contenitore 1* (volume di suolo interessato dall'irrigazione) e *Contenitore 2* (volume di suolo non interessato dall'irrigazione, così come riportato nella **Tabella 4**.

Tabella 4 - Volume di suolo interessato dall'intervento irriguo.

SUOLO BAGNATO DALL'IRRIGAZIONE		
Suolo Bagnato dall'Irrigazione	U. M.	VALORI
Larghezza	m/goccia	0,80

Suolo Bagnato dalla Goccia	Profondità	m/goccia	0,40
	Superficie	m ² /goccia	0,50
Suolo Bagnato dall'Irrigazione	Lunghezza	m/ha	4.000,00
	Superficie	m ² /ha	3.200,00
	Profondità	m	0,40
Scheletro Suolo (Stimato)		%	10,0%
Contenitore 1	Volume	m ³ /ha	1.280
Contenitore 2			8.720
CONTENITORE 1 (Al netto dello Scheletro)	Volume	m ³ /ha	1.152
CONTENITORE 2 (Al netto dello Scheletro)			7.848

Definito il volume di suolo interessato dall'intervento irriguo e utilizzando le caratteristiche idrologiche del suolo (curva di ritenzione idrica) determinate, in questo caso, presso laboratorio accreditato, è possibile definire la soglia di acqua disponibile (AD) e di acqua facilmente disponibile (AFD) all'interno del volume di suolo considerato (**Tabella 5**), che risulta essere rispettivamente di 242 m³/ha (AD) e di 96,8 m³/ha (AFD).

Tabella 5 - Determinazione dell'Acqua Disponibile (AD) e dell'Acqua Facilmente Disponibile (AFD)

VOLUMI DI ACQUA CONTENUTI NEL SUOLO		
Parametri	U. M.	DiCEM
Volume di Suolo Bagnato dall'Irrigazione (Contenitore 1)	m ³ /ha	1.152
Peso Specifico	ton/m ³	1,39
Capacità idrica di Campo mediata lungo il profilo di terreno (CIC)	% (p/p)	28,40
Punto Appassimento mediata lungo il profilo di terreno (PA)	% (p/p)	13,30
Capacità idrica di Campo mediata lungo il profilo di terreno (CIC)	% (p/v)	39,48
Punto Appassimento mediata lungo il profilo di terreno (PA)	% (p/v)	18,49
Volume alla Capacità idrica di Campo	m ³ /ha	455
Volume al Punto Appassimento	m ³ /ha	213

Acqua Disponibile (AD)	m ³ /ha	242
Acqua Facilmente Disponibile (AFD)	m ³ /ha	97

Il limite di AFD è stato posto al 40% dell'AD (correggere nel caso dell'actinidia), ossia ad un contenuto idrico di circa il 21% (p/p), che rappresenta l'acqua trattenuta nel suolo con un potenziale di matrice inferiore a 100 kPa e, quindi, acqua facilmente utilizzabile dall'actinidia.

Bilancio idrico e definizione degli interventi irrigui

Per la gestione degli interventi irrigui è stato utilizzato un DSS molto semplice implementato in ambiente microsoft excel, che permette di eseguire il calcolo del bilancio idrico del volume di suolo interessato dall'irrigazione, mettendo a sistema tutte le informazioni determinate in precedenza: Ambientali (ET₀ (mm) e piovosità (mm), del frutteto (tipo impianto irriguo, sesto di impianto, etc.) e del suolo (struttura e caratteristiche idrologiche, umidità, volume irrigato) (Tabella 6).

Tabella 6 - Foglio di calcolo del volume idrico necessario giornaliero.

1	CONTENITORI DI SUOLO					ACQUA DI IRRIGAZIONE		Storage	Superficie di Suolo		Volume di suolo		
2	Acqua Disponibile		Acqua Facilmente Disponibile			Portata Impianto Irriguo Efficientato		Factor	Bagnato dall'Irrigazione		Contenitore 1		
3	(AD, m ³ /ha)		(AFD, m ³ /ha)			(m ³ /h*ha)		(fc)	(m ² /ha)		(mc/ha)		
4	242		97			14,57		1,0281	3.200		1.152		
5													
6													
7	Data	ET ₀	Kc (FAO)	Etc	Pioggia	Pioggia Utile	Volume Irriguo Necessario		PROGRAMMAZIONE IRRIGUA		Drenaggio	Contenuto di Acqua nel Suolo	Deficit del Contenitore
8		(mm)					(mm)	(mm)	(mm)	(mm)			
9													
179	19/06/2019	6,3	0,9	5,7	0,0	0,0	5,67	56,70		0,00	0,00	181,82	59,98
180	20/06/2019	6,5	0,9	5,9	0,0	0,0	5,85	58,50	2,0	29,13	0,00	163,10	78,70
181	21/06/2019	7,0	0,9	6,3	0,0	0,0	6,30	63,00	2,0	29,13	0,00	172,07	69,72
182	22/06/2019	7,5	0,9	6,8	0,0	0,0	6,75	67,50	1,0	14,57	0,00	179,60	62,19
183	23/06/2019	6,6	0,9	5,9	0,0	0,0	5,94	59,40	2,0	29,13	0,00	175,16	66,63
184	24/06/2019	6,1	0,9	5,5	0,0	0,0	5,49	54,90	2,0	29,13	0,00	186,73	55,07
185	25/06/2019	5,7	0,9	5,1	0,0	0,0	5,13	51,30		0,00	0,00	199,45	42,35
186	26/06/2019	6,0	0,9	5,4	0,0	0,0	5,40	54,00	2,0	29,13	0,00	182,17	59,63
187	27/06/2019	6,9	0,9	6,2	0,0	0,0	6,21	62,10		0,00	0,00	191,43	50,37
188	28/06/2019	7,9	0,9	7,1	0,0	0,0	7,11	71,10	2,0	29,13	0,00	168,67	73,12
189	29/06/2019	6,4	0,9	5,8	0,0	0,0	5,76	57,60		0,00	0,00	179,38	62,42
190	30/06/2019	7,0	0,9	6,3	0,0	0,0	6,30	63,00	2,0	29,13	0,00	159,22	82,58
191	01/07/2019	7,3	1,1	8,0	0,0	0,0	8,03	80,30	3,0	43,70	0,00	162,65	79,14
192	02/07/2019	7,9	1,1	8,7	0,0	0,0	8,69	86,90	2,0	29,13	0,00	178,55	63,25
193	03/07/2019	8,0	1,1	8,8	0,0	0,0	8,80	88,00		0,00	0,00	179,52	62,27

La gestione idrica prevede l'aggiornamento settimanale dei dati di piovosità ed ET₀ all'interno del foglio di calcolo; i valori dei coefficienti colturali (K_c) adottati e specifici per il frutteto in questione sono quelli riportati nel Quaderno 66 della FAO. Il principio guida del DSS considerato è quello di calcolare l'intervento irriguo nel momento in cui il contenuto idrico del suolo interessato dall'irrigazione approssima la soglia inferiore dell'acqua facilmente disponibile (AFD), in modo da riportare il contenuto idrico a valori prossimi alla capacità idrica di campo (CIC). Implementando i dati di input nel foglio di calcolo è stato possibile determinare il deficit idrico del volume di suolo interessato dall'irrigazione e definire gli interventi irrigui e i turni di adacquamento. Il foglio di calcolo determina anche l'eventuale drenaggio conseguente ad apporti idrici eccessivi e/o a piogge abbondanti.

Irrigazione di precisione: aggiustamento del volume irriguo attraverso il monitoraggio del contenuto idrico del suolo

I valori di acqua disponibile determinati dal bilancio idrico sono stati verificati con quelli derivanti dalla misura dell'umidità del suolo monitorata attraverso sensori SM100 Waterscout Spectrum I (tecnologia FDR) installate a 20, 40 e 60 cm di profondità della spectrum (**Foto 12**).

Il volume di irrigazione programmato è stato aggiustato lungo la stagione in modo da mantenere il livello di umidità del suolo al di sopra della soglia critica. La soglia critica di umidità del suolo (AFD) per kiwi è stata considerata pari al 40% di AD. La bontà dei volumi calcolati dal bilancio idrico giornaliero è stata valutata utilizzando le fluttuazioni del contenuto idrico del suolo a diverse profondità. Nei casi in cui il contenuto idrico del suolo, in particolare negli strati più profondi, era superiore all'80-90% della CIC, i volumi irrigui sono stati ridotti del 15-20% per evitare eccessi di acqua. Invece, quando i valori di umidità del suolo erano inferiori al 40% AD, è stato applicato un aumento del 15-20% dei volumi. Un tempestivo adeguamento (giornaliero, durante periodi con un elevato VPD ambientale, e settimanale, durante bassi VPD ambientale) dei volumi di irrigazione ha consentito il mantenimento di valori di umidità del suolo compresi tra 80-90% di CIC e la soglia di AFD, evitando siccità o stress da ristagno (Tuzio et al., 2020).

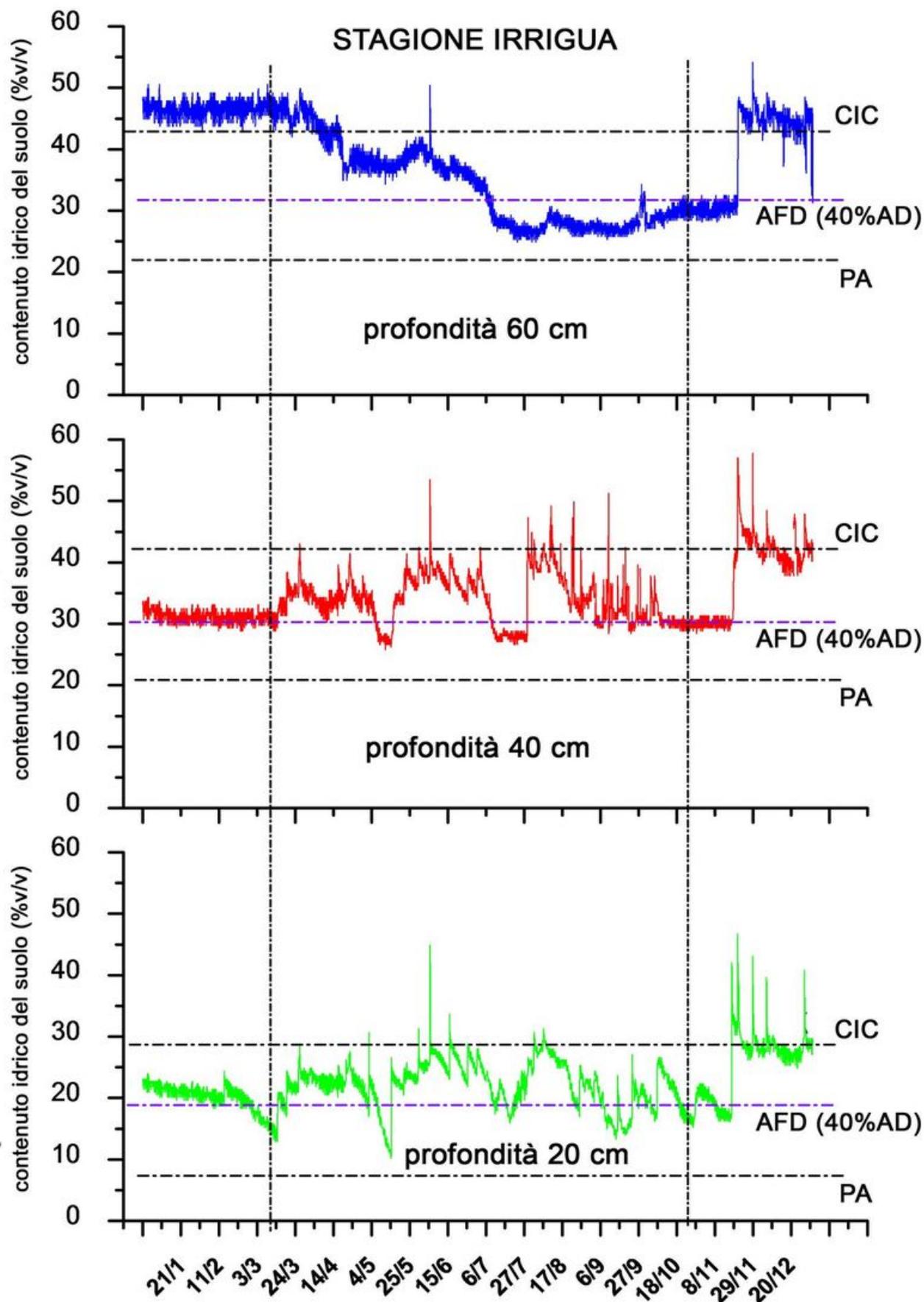
In **Figura 5** è riportato l'andamento d'umidità rilevato dalle sonde alle tre profondità nel corso dell'intero anno 2020. I valori registrati durante il periodo invernale ed in corrispondenza di abbondanti precipitazioni sono molto utili per comprendere il valore soglia di CIC. Difatti, i valori di umidità registrati dalle sonde, possono differire tra loro in relazione anche alla composizione del profilo di suolo, pertanto non sono utilizzati in valore assoluto ma in relazione a questi valori massimi registrati considerati CIC. La soglia inferiore di PA è stata fissata a partire dall'AD analiticamente determinata (Tabella 6) e l'AFD a 40% dell'AD.

Il metodo di irrigazione di precisione ha garantito un'umidità del suolo compresa tra AFD e CIC durante la stagione irrigua. Il tempestivo adeguamento dei volumi irrigui ha comportato basse fluttuazioni del valore dell'umidità del suolo all'interno delle soglie AFD. Le fluttuazioni dell'umidità del suolo sono più marcate a 20 e 40 cm di profondità, a conferma di un maggiore assorbimento di acqua dalle radici in questa zona per i kiwi (Green et al., 2006).

La corretta gestione, che ha assicurato un contenuto idrico ottimale del suolo di 20-40 cm di terreno, ha evitato stress idrici che causano diminuzione dei parametri fisiologici, lesioni (bruciore delle foglie) e diminuzione della crescita dei frutti (Xiloyannis et al., 1993, Dichio et al., 2013, Montanaro et al., 2007). La strategia irrigua applicata ha permesso di avere un ottimale depauperamento degli strati più profondi (60 cm) (dove l'assorbimento delle radici è molto basso), evitando il ristagno che è tra le principali cause della Sindrome del Declino del Kiwi (KVDS) (Sorrenti et al., 2006).

Figura 5 - Andamento a tre diverse profondità dell'umidità del suolo rilevato dalle sonde SM100 WATERSCOUT SPECTRUM relativo alla stagione 2020.



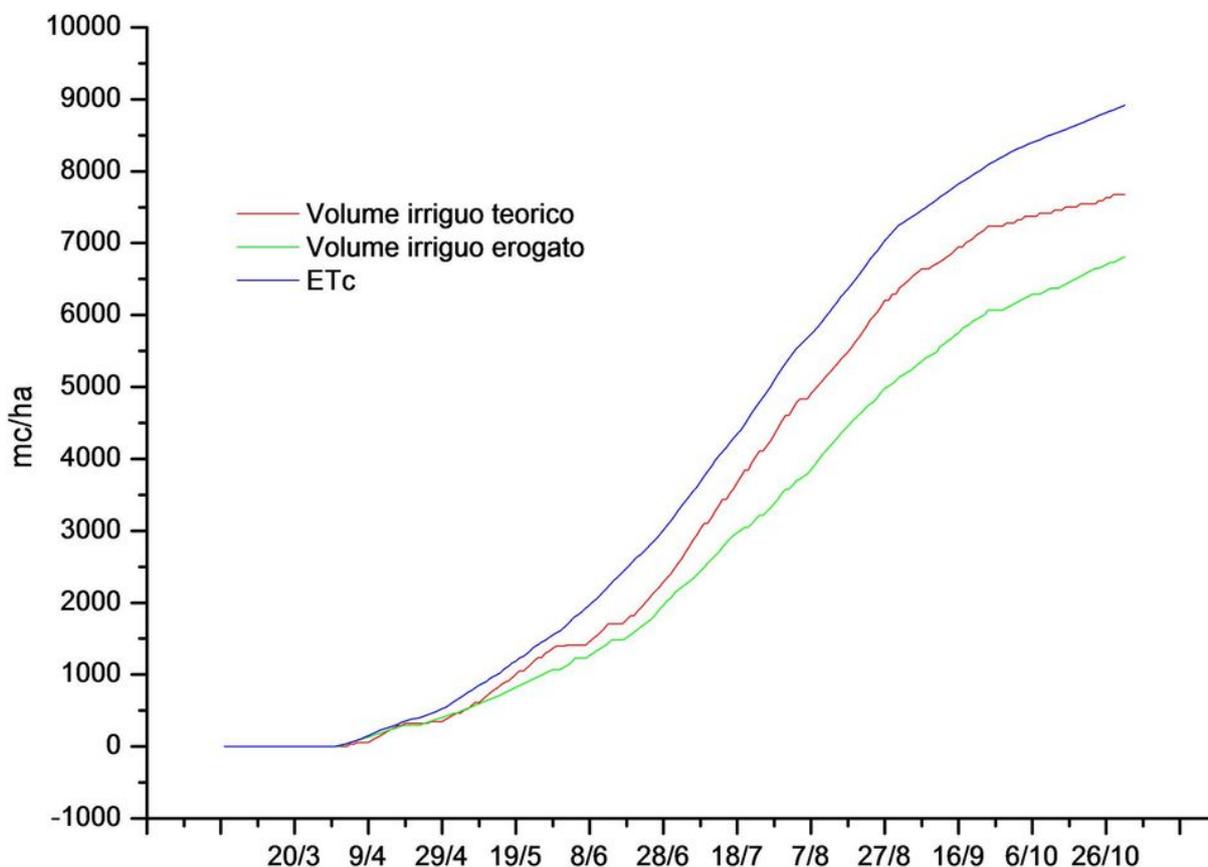


Gestione irrigua

Per l'annualità 2020 a partire da un deficit idrico ambientale di 662,4 mm nel periodo aprile-ottobre, applicando i Kc della FAO ne consegue un ETc di circa 892 mm, compensato in parte dalle precipitazioni del periodo 350 mm, di cui 183 mm di Pioggia utile e il resto è stato necessario integrare con gli interventi irrigui.

La gestione ottimizzata con le informazioni sopra menzionate porta ad un volume teorico di 7487,27 m³ (Figura 6). Durante la stagione irrigua i volumi irrigui suggeriti dal DSS sono stati aumentati o diminuiti in relazione alle variazioni del contenuto idrico dei diversi profili di suolo (Figura 5). Il volume irriguo stagionale apportato secondo questa integrazione è stato di 6800 m³. Questo rappresenta un buon risultato in termini di trasferimento delle metodologie innovative di gestione irrigue, ma certamente l'obiettivo su scala territoriale è quello di rendere sistematico l'applicazione di strumenti di controllo e supporto alla decisione irrigua.

Figura 6 - Andamento di ETc, Volume irriguo teorico e Volume irriguo distribuito (aziendale) nella stagione irrigua 2020.



Bartolomeo Dichio

DiCEM - Università degli Studi della Basilicata

Angelo C. Tuzio

DiCEM - Università degli studi della Basilicata

Domenico Laterza

Agreement s.r.l.

Roberto Di Biase

DiCEM - Università degli Studi della Basilicata

Maria Calabritto

DiCEM - Università degli Studi della Basilicata

Alba N. Mininni

DiCEM - Università degli Studi della Basilicata



Foto 1. Piante di actinidia con evidenti segni di brusone fogliare causato da stress da carenza idrica (a sinistra) e apparato radicale danneggiato da eccesso idrico nel suolo (a destra).

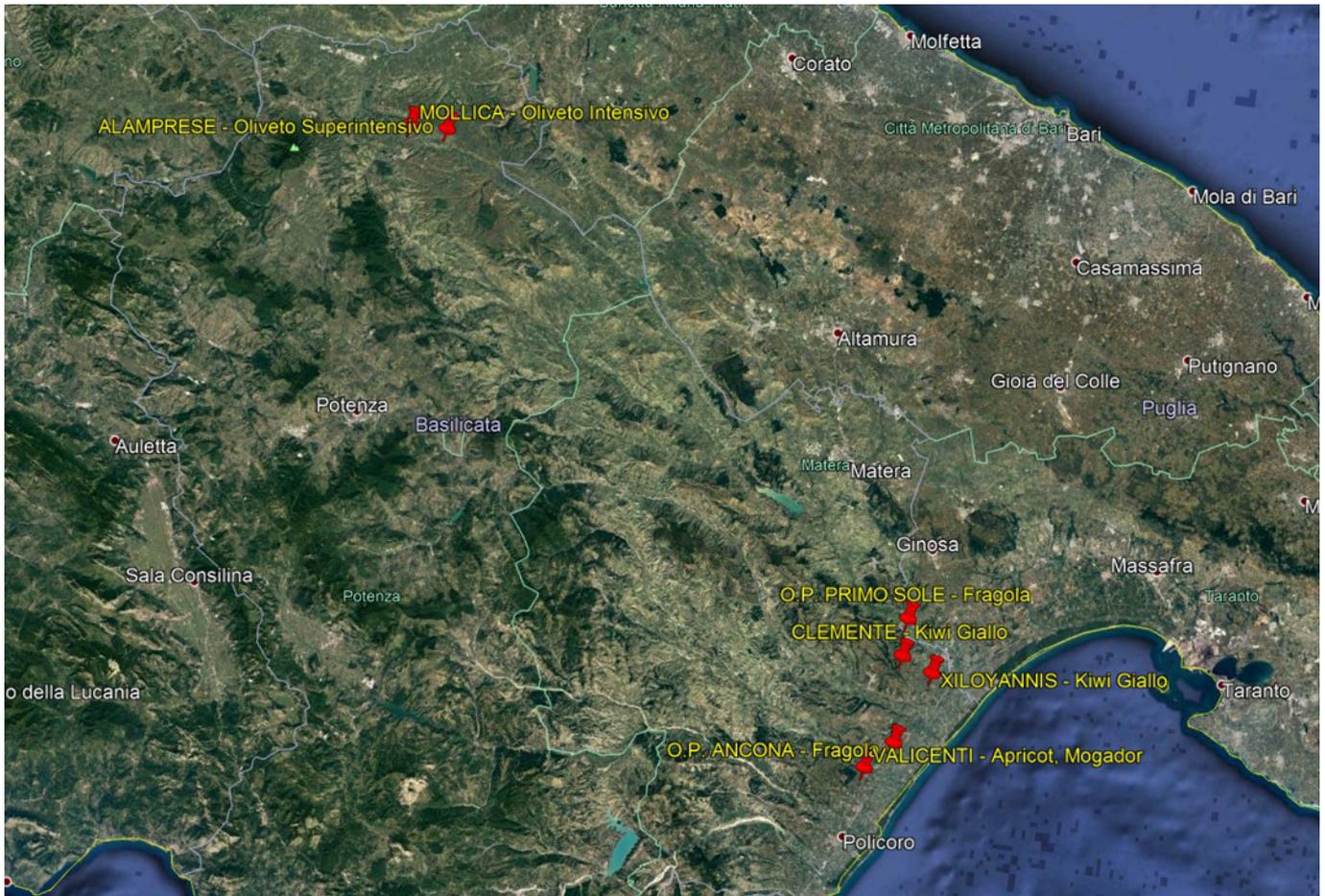


Foto 2 Immagine satellitare (Google Heart) con individuazione dei siti pilota.



Foto 3. Actinidieto cultivar G3, Sito 1 situato in agro di Bernalda, impiantato nel 2013 con sesto d'impianto di 5 x 2 m.



Foto 4. Actinidietao cultivar G3, Sito 2 in agro di Bernalda, impiantato nel 2013 ed allevato a tendone con sesto d'impianto 5 x 2.



Foto 5. Albicoccheto cv Mogador, Sito 3 in agro di Scanzano Jonico, impiantato nel 2015 ed allevato a vaso con sesto d'impianto 4 x 4.



Foto 6. Oliveto super intensivo cv Koroneiki, Sito 4 in Agro di Venosa, impiantato nel 2014 con sesto d'impianto 4 x 1,5.



Foto 7. Oliveto intensivo cv Ogliarola, Sito 5 in Agro di Venosa, realizzato nel 2000 con sesto d'impianto 6 x 4 m.



Foto 8. Fragoletto, Sito 6 in agro di Pisticci, realizzato nell'autunno 2019 con piantine fresche disposte in file binate.



Foto 9. A sinistra: impianto di actinidia irrigato con una singola ala gocciolante con gocciolatori distanti 50 cm. Si evidenzia una striscia continua di superficie bagnata dall'irrigazione. A destra: Impianto irriguo con due gocciolatori a pianta, distanti 100 cm.



Foto 10. Stazione meteo installata presso il Sito 1.



Foto 11. Atmometro per la stima dell'evapotraspirazione di riferimento (ET₀), installato presso il sito 2, utile quando non si dispone del dato dalle capannine meteo del servizio Agrometeorologico Lucano.

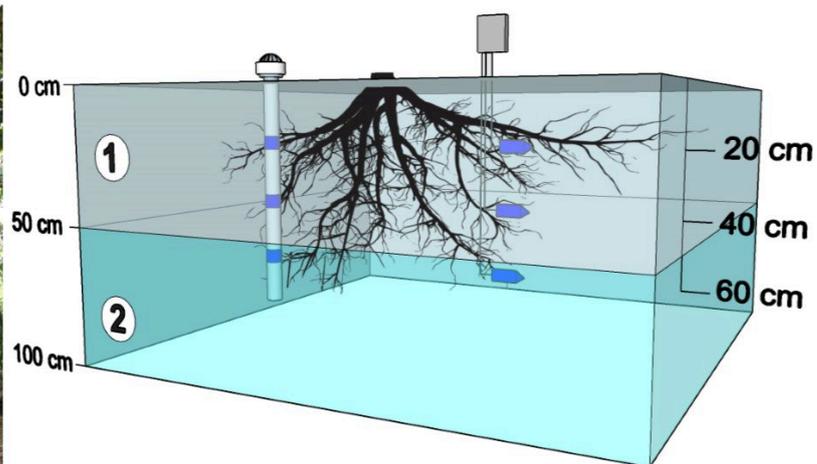


Foto 12. Punto di monitoraggio dell'umidità del suolo con le Sonde SM100 Waterscout Spectrum (tecnologia FDR) (sinistra). Illustrazione schematica del posizionamento dei sensori di umidità nel profilo di suolo 1) contenitore interessato dall'irrigazione 2) contenitore sottostante oltre i 50 cm. Il posizionamento dei sensori, per sonde singole (lato destro) o di profilo (lato sinistro), viene effettuato a 20-40-60 cm di profondità.



Direttore Responsabile:
Reg. Tribunale di Matera n. 222 del 24-26/03/2004
ISSN 2421- 3268
ALSIA - Via Annunziatella, 64 - 75100 Matera
www.alsia.it - urp@alsia.it