

X Prologo

**RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ SVOLTE NEL PERIODO DICEMBRE 2013-
NOVEMBRE 2015 NELL'AMBITO DEL PROGETTO DI RICERCA:
“IRRIGAZIONE DEFICITARIA CON ACQUA MAGNETIZZATA PER LA GESTIONE
ECO-EFFICIENTE DELLE RISORSE IDRICHE IN VITICOLTURA DA TAVOLA”**
(Acronimo: ECO-IRRI-MAG)

(BANDO OIGA) finanziato dal Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali con D.M. 23946/7818/2013 del 04.12.2013.

Introduzione

La rete irrigua realizzata nella “Azienda Agricola Altamura Francesco”, partner del progetto con sede operativa in Corato (BA), Via Giacometti n. 45 serve una superficie di poco superiore ad un ettaro, con uno sviluppo delle condotte del 3° ordine di 4.5 km e con una numerosità degli organi di distribuzione pari a 1880 gocciolatori autocompensanti in derivazione.

Nello specifico trattasi di un vigneto in irriguo della varietà Italia (Fig.1) sul portinnesto 140 Ruggeri, impiantato nel 2002 ed allevato a tendone con distanze di impianto di 2,40 m x 2,40 m, facente parte dei vigneti dell’Azienda viticola Altamura Francesco in agro di Corato (BA).



Fig.1. Panoramica del vigneto oggetto della ricerca ECO-IRRI-MAG dell’azienda Altamura Francesco (latitudine 41° 07' 00" N; longitudine 16° 24' 14" E)

Nella presente relazione vengono sinteticamente descritte le attività svolte nel progetto denominato ECO-IRRI-MAG, rispettivamente dalle Unità Operative dello IAMB di Valenzano, della UNIBAS-SAFE di Potenza e dall’Az. Agr. Altamura Francesco con la collaborazione scientifica del CRA-UTV.

L’esposizione si articolerà secondo le azioni previste nei singoli work package dalla convenzione di ricerca.

AZ1-Acquisizione di variabili climatiche rappresentative del sito sperimentale localizzato in agro di Corato (BA).

AZ2-Caratterizzazione pedologica ed idraulica di base del suolo e regime idrico.

AZ3- Scheduling irriguo alla scala parcellare.

AZ4- Caratterizzazione delle proprietà fisiche delle acque irrigue sottoposte a magnetizzazione.

AZ5-Valutazione della risposta fisiologica e produttiva della vite da tavola cv Italia alle diverse tipologie irrigue.

1 AZ1 Acquisizione di variabili climatiche rappresentative

1.1 Le serie storiche dei parametri microclimatici del sito sperimentale

Per la caratterizzazione climatica del sito si è fatto riferimento sia ai dati rilevati nell'anno 2014 dalla stazione agro-meteorologica WD2900 SN6055 del CRA-UTV di Turi (BA), installata nell'area di studio, sia a quelli reperibili, per il pluriennio 1970-2010 (Tabella 1) presso il Compartimento di Bari del Servizio Idrografico Italiano (S.I.I.), e relativi alla stazione termopluviometrica di Corato (BA).

La stazione di Corato è in funzione dal 1970, per cui la media dei dati meteo registrati nei singoli anni delle osservazioni, fornisce valori medi statisticamente significativi. Inoltre la stazione in contesto è collocata alla Latitudine di $41^{\circ}9'10,02'' N$, e alla Longitudine di $16^{\circ}24'47,95'' E$, ed è quindi in grado di fornire dati sufficientemente rappresentativi per una corretta definizione del microclima del sito prescelto.

I fattori del clima locale presi in considerazione sono stati: i) temperatura, ii) umidità relativa, iii) ventosità, iv) radiazione e v) precipitazioni. I dati relativi sono stati elaborati su base annua (2014) e pluriennale (1970-2010). La disponibilità dei dati climatici ha poi consentito di calcolare, seguendo le linee guida pubblicate sul quaderno FAO 56 (Allen et al., 1994) l'evapotraspirazione potenziale (ETP) intesa essenzialmente come un indice climatico di domanda evapotraspirativa dell'ambiente.

Tabella 1- Dati meteorologici mensili medi a Corato (1970-2010).

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Temperatura													
Media giornaliera	°C	8.6	8.7	11.2	14.1	19.0	23.0	25.5	25.5	21.7	17.3	12.7	8.4
CV	%	27	25	18	11	8	6	5	7	8	11	14	19
Media minima	°C	5.6	5.4	7.5	10.1	14.7	18.6	21.2	21.2	17.7	13.6	9.5	6.5
Media massima	°C	11.5	12.0	14.9	18.2	23.3	27.3	29.8	29.7	25.6	20.9	16.0	12.3
Umidità relativa													
Percentuale	%	79	75	74	71	68	63	60	62	67	73	76	79
CV	%	5	6	10	7	7	8	7	8	8	6	6	6
Radiazione solare													
cal/cm ² d		144	209	286	394	465	527	556	494	412	258	174	132
CV	%	12	10	13	9	9	6	6	6	9	10	13	13
Velocità del vento													
m/s		2.2	2.5	2.3	2.3	2.0	2.2	2.4	2.4	2.1	2.2	2.2	2.2
CV	%	28	20	15	19	22	28	16	19	19	23	21	24

La figura 2 mostra l'andamento delle temperature e della radiazione solare del mese di Giugno 2014.

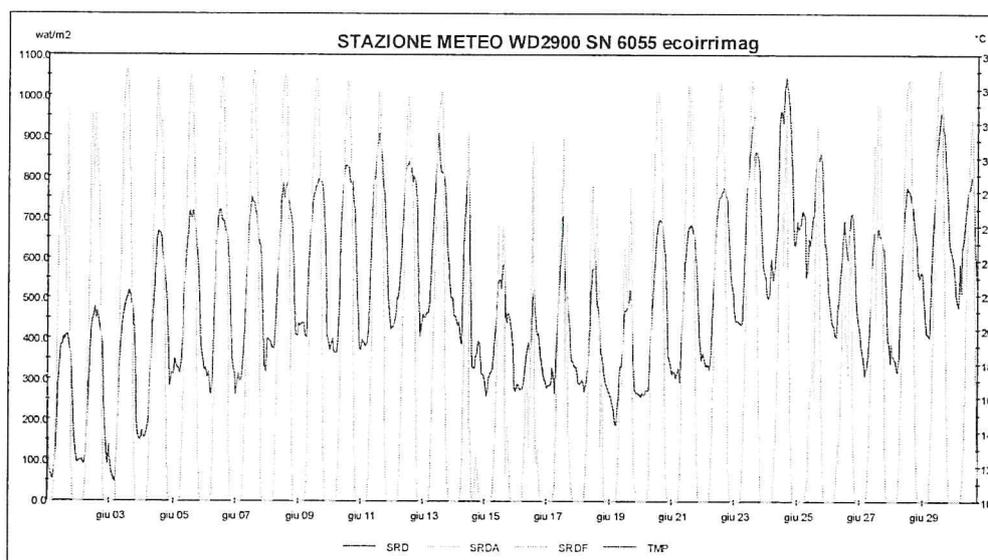


Fig. 2 - Andamento della T e della Radiazione solare nel mese di Giugno 2014.

Mentre nella figura 3 si riportano i dati di temperatura e umidità relativa dell'aria inerenti Giugno 2015.

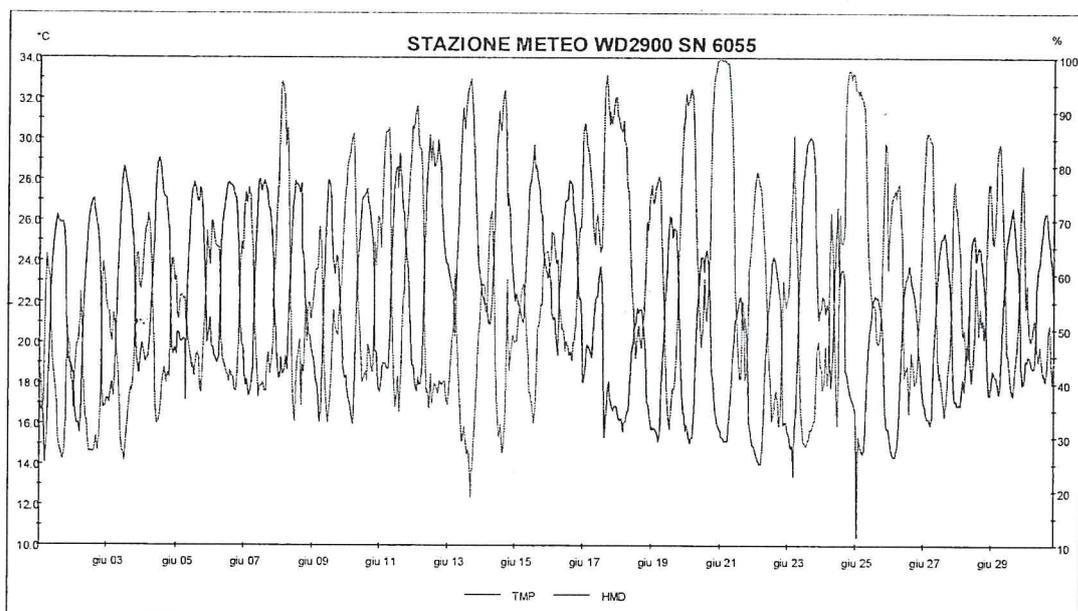


Fig. 3- Andamento della T e dell'Umidità relativa dell'aria nel mese di Giugno 2015.

1.2 Piovosità

La precipitazione media annua registrata a Corato è di 572 mm. La piovosità è abbastanza uniforme con un CV del 18%. La pioggia cade in tutti i mesi dell'anno ed il valore più alto, circa 60 mm/mese, si ha nel periodo novembre-gennaio. Le piogge sono scarse nel periodo luglio-agosto (da 22 a 29 mm/mese). La variazione annua delle medie mensili è significativa con un coefficiente di variazione del 100% nei mesi con scarsa precipitazione e del 60% nei mesi più piovosi. I dati sono riportati in tabella 2.

Tabella 2-Piovosità media mensile ed annua a Corato (1970-2010).

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anno
Precipitazione													
Media mensile (mm)	56	54	52	44	38	33	22	29	50	56	69	68	572
Percentuale annua (%)	11	7.8	7.9	7.5	7.5	5.6	3.9	5.1	19.2	11.8	11.4	11.3	100
CV (%)	61	81	70	73	95	72	110	101	77	90	63	68	18

I dati relativi al biennio di ricerca 2014 e 2015 sono in corso di elaborazione complessiva in relazione alla diversità di andamento climatico riscontrato (anno 2014 particolarmente piovoso e anno 2015 con pluviometria media dell'area). Nella figura 4 si mostra l'anomalo andamento pluviometrico avutosi nel 2014.

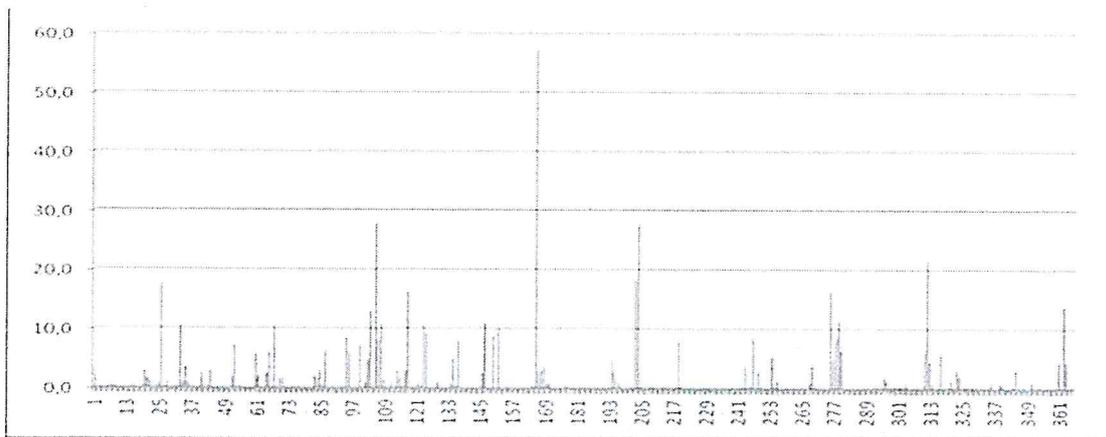


Fig. 4 - Andamento della pluviometria nel corso dell'anno 2014. Agro di Corato (BA).

I dati climatici relativi al regime termo-pluviometrico, sono stati inoltre elaborati rispettivamente su base pluriennale (1970-2010) e su base annua (2014).

Nella tabella 7 e nelle figure 1a, b, c sono forniti i valori delle temperature, delle precipitazioni e dell'evapotraspirazione potenziale media mensile relativa al periodo 1970-2010 e all'anno 2014. Il confronto tra i dati evidenzia quanto segue:

- L'annata 2014 (periodo gennaio-ottobre) è stata caratterizzata da un inizio anno con temperature più elevate rispetto alla media storica. Gennaio, il mese più freddo, ha evidenziato una temperatura media mensile di 10.3°C superiore di oltre 1.7°C alla media storica. Nei mesi primaverili, le temperature più elevate si sono osservate in marzo, aprile e maggio con scarti dai valori pluriennali rispettivamente di +3.0, +2.1 e +1.5°C. L'innalzamento delle temperature è stato osservato sino alla fine di agosto; questo mese con una media di 25.4°C è risultato il mese più caldo della stagione. I mesi di settembre (20.7°C) e di ottobre (19.5°C) hanno presentato invece temperature in linea con le media storica.

- Dal punto di vista pluviometrico il periodo gennaio-ottobre è risultato mediamente piovoso con un totale complessivo di 545 mm di pioggia contro i 434 mm della media storica.

Durante il periodo vegetativo (aprile-settembre) si è registrata una piovosità complessiva di 350 mm, ma con una distribuzione concentrata in alcuni mesi. Aprile con 118.3 mm, è risultato il mese più piovoso. Anche i mesi di maggio, giugno e luglio sono risultati più piovosi con scarti dai valori pluriennali rispettivamente pari a +23.1, +14.4 e +44 mm.

Tale piovosità è risultata abbastanza anomala e in ogni caso tale da non indurre situazioni di stress idrico per la coltura nella fase di fioritura-allegagione.

Il mese che nel corso della stagione vegeto-produttiva ha presentato condizioni favorevoli all'insorgenza di stress idrici (alta temperatura, associata a precipitazioni nulle) è risultato il mese di agosto.

1.3 Evapotraspirazione potenziale

La disponibilità di serie storiche di dati climatici ha consentito di calcolare, seguendo le linee guida pubblicate sul quaderno FAO numero 56 (Allen et al., 1998), i valori dell'evapotraspirazione potenziale media mensile (ETP) per gli anni dal 1970 al 2010. I dati sono riportati in tabella 3 e 4

Tabella 3 Evapotraspirazione potenziale media mensile ed annua a Corato (1970-2010).

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anno
Evapotraspirazione													
Media mensile (mm)	20.4	33.4	59.6	88.8	121.6	171.6	184.1	157.4	115.3	59.4	32.3	19.3	1063.7
Percentuale annua (%)	1.9	3.1	5.6	8.3	11.4	16.1	17.3	14.8	10.8	5.6	3.0	1.8	100
CV (%)	7	8	7	5	4	3	3	4	4	6	6	6	2

Per quanto riguarda, infine, l'evapotraspirazione potenziale (ETP), non si sono osservati, rispetto alla media storica, scostamenti significativi. (Figura 5)

Tabella 4 - Riepilogo meteorologico dell'annata 2014 e del periodo di riferimento 1970-2014.

Mese	Temperatura media mensile (°C)		Piogge (mm)		Evapotraspirazione potenziale (mm)	
	2014	Media 1970-2010	2014	Media 1970-2010	2014	Media 1970-2010
Gennaio	10.3	8.6	64.2	56.0	-	20.4
Febbraio	11.6	8.7	39.0	54.0	-	33.4
Marzo	14.3	11.2	28.5	52.0	-	59.6
Aprile	16.2	14.1	118.3	44.0	88.0	88.8
Maggio	20.5	19.0	61.1	38.0	118.0	121.6
Giugno	22.5	23.0	47.4	33.0	170.0	171.6
Luglio	24.2	25.5	66.0	22.0	180.0	181.1
Agosto	25.4	25.5	0	29.0	156.0	157.4
Settembre	20.7	21.7	57.3	50.0	114.2	115.3
Ottobre	19.5	17.3	63.3	56.0	-	59.4
Novembre	-	12.7	-	61.0	-	32.3
Dicembre	-	8.4	-	68.0	-	19.3

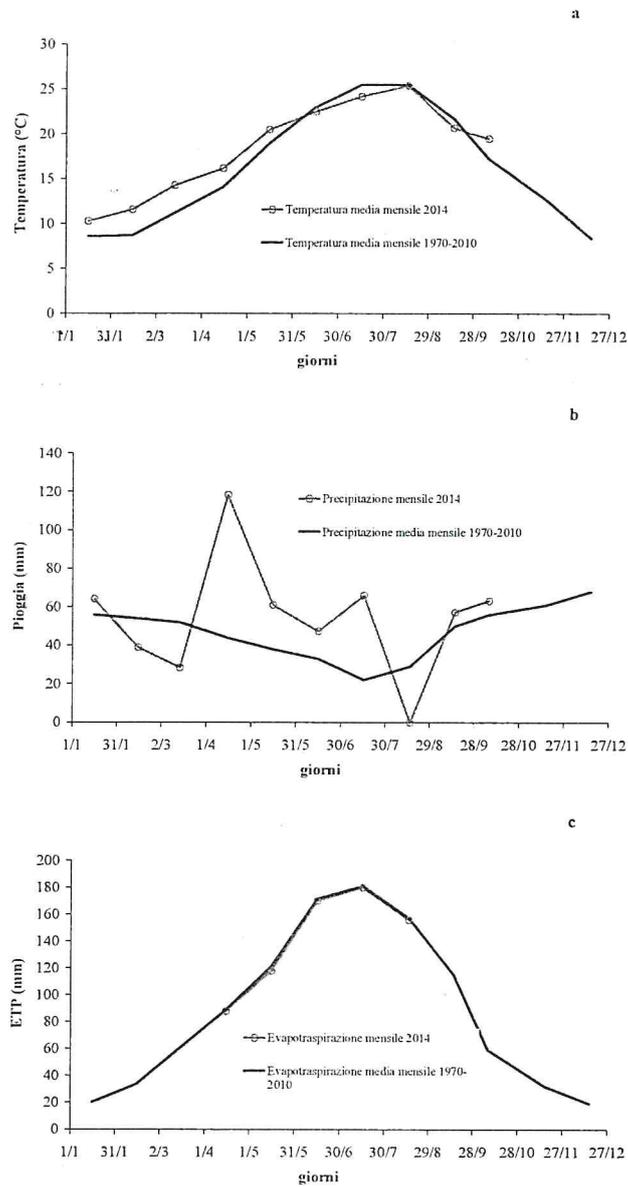


Figura 5. Confronto tra: a) temperatura media dell'anno 2014 con la media del periodo 1970-2010, b) precipitazione mensile dell'anno 2014 con la media del periodo 1970-2014, c) ETP mensile dell'anno 2014 con la media del periodo 1970-2014.

2. AZ2 Caratterizzazione pedologica ed idraulica di base del suolo

2.1 Caratterizzazioni fisiche e chimiche

Il suolo del vigneto sperimentale risulta pedologicamente classificabile come una *terra rossa*, con un orizzonte superficiale poco profondo (≈ 0.5 m), poggiante su calcarenite fratturate.

Al fine di conoscere la composizione fisico-chimica del suolo, su un campione composito di suolo rimaneggiato, prelevato alla profondità di $z \approx 0.4$ m del profilo modale, sono state effettuate routinarie analisi di laboratorio finalizzate a determinare: tessitura, reazione, composizione chimica e conducibilità elettrica.

Complessivamente dalle analisi si evince che il suolo è a tessitura *franca* con abbondante scheletro nell'orizzonte lavorato e in superficie presenta una reazione alcalina, ed una conducibilità elettrica di 0.31 dSm^{-1} . Il contenuto in sostanza organica risulta buono e la capacità di scambio cationico è elevata. Il contenuto in azoto è risultato buono; la dotazione in fosforo assimilabile elevata e quella in potassio scambiabile elevata. Le caratteristiche chimico-fisiche del suolo sono riportate in tabella 5.

Tabella 5 - Caratteristiche fisico-chimiche del suolo.

Scheletro $\phi > 2$ mm	%	43.82
Terra fine (t.f.) $\phi < 2$ mm	%	56.18
Sabbia $0.02 < d < 2$ mm	% (t.f)	39.82
Limo $0.002 < d < 0.02$	% (t.f)	44.04
Argilla $d < 0.002$	% (t.f)	16.14
N_{totale}	%	0.15
P_2O_5 assimilabile	ppm	43.3
K_2O scambiabile	ppm	44.0
Sostanza organica	%	1.84
Capacità di Scambio Cationico	C.S.C. meq/100 gts	28.1
Reazione	pH in H_2O	8.22
Conducibilità elettrica	dSm^{-1}	0.31

2.2 Caratterizzazione idraulica

Per la determinazione delle proprietà idrauliche del suolo, ossia delle relazioni fra contenuto idrico θ [L^3L^{-3}] e potenziale idrico h [L] e fra conducibilità idraulica k [LT^{-1}] e potenziale h , è stato utilizzato il metodo di Wendroth et al. (1993). Sinteticamente il metodo utilizza i valori del potenziale e di contenuto d'acqua misurati a differenti profondità nel suolo durante un processo di evaporazione. Per esprimere la legge di ritenzione $\theta(h)$ è stata adottata la relazione analitica proposta da van Genuchten (1980):

$$\theta(h) = \theta_r + (\theta_s - \theta_r) \left[1 + |\alpha h|^n \right]^m \quad 1$$

in cui α , n ed $m (= 1 - 1/n)$ sono parametri essenzialmente empirici, θ_s è il valore che θ assume alla saturazione e θ_r rappresenta il contenuto d'acqua residuo, cioè quello che si riscontra per h tendente a $-\infty$.

Per la curva di conducibilità, si è utilizzata la relazione esponenziale proposta da Nielsen et al. (1973):

$$k(\theta) = k_0 \exp[\beta(\theta - \theta_s)] \quad 2$$

in cui β è un parametro empirico e dove con k_0 si è indicato il valore della conducibilità idraulica k_s per $\theta = \theta_s$.

I valori dei parametri incogniti che figurano nelle equazioni 1 e 2, sono stati determinati con il metodo dei minimi quadrati ponderati ricorrendo al miglior adattamento per la ricostruzione numerica del processo di evaporazione e la reale risposta del sistema rilevata durante la prova in laboratorio. Per la ricerca del minimo si è utilizzato un algoritmo iterativo di ottimizzazione. La validità del metodo è stata verificata utilizzando i dati sperimentali di prove di evaporazione eseguite in laboratorio su campioni di suolo non rimaneggiati aventi diametro pari a 8.5 cm ed altezza pari a 10 cm, prelevati alla profondità $z=40$ cm dell'orizzonte superficiale del profilo modale del suolo. I campioni sono stati preliminarmente saturati dal basso e quindi posti sopra una bilancia avendo cura di sigillare la superficie inferiore al fine di impedire qualunque perdita d'acqua dal fondo. I campioni sono stati quindi essiccati con l'ausilio di un piccolo ventilatore avente lo scopo di regolare il flusso alla estremità superiore. Ad intervalli regolari di 1 ora sono state effettuate misure simultanee del peso del campione e del potenziale a 4 profondità (1.25, 3.75, 6.25 e 8.75 cm) mediante microtensiometri costituiti da una capsula porosa ($d=3$ mm, $L=2$ cm, punto di bolla a 800 hPa) collegata ad un trasduttore di pressione mediante tubicini di nylon di diametro pari ad 1 mm.

Il rilievo e la registrazione delle misure sono state effettuate mediante un sistema di acquisizione automatica (modello 34970A della Agilent) controllato da un PC. Le prove sono state interrotte quando nel tensiometro superiore si notava l'entrata di aria.

Utilizzando i dati rilevati e le equazioni 1 e 2 (ponendo $\theta_r=0$), misurando θ_s in laboratorio e k_s in pieno campo, le proprietà idrauliche del suolo in esame restano completamente definite dai parametri θ_s , θ_r , α , n , k_0 e β i cui valori stimati sono riportati per le applicazioni in tabella 6, unitamente alla massa volumica apparente ρ_b , al contenuto idrico alla capacità di campo θ_{cc} , al contenuto idrico al punto di appassimento θ_{ca} .

Tabella 6 - Valori dei parametri delle equazioni 1 e 2.

$\theta_s (-)$	$\theta_r (-)$	$\alpha (1/cm)$	$n (-)$	$k_0 (cm/d)$	$\beta (-)$	$\rho_b (g/cm^3)$	$\theta_{cc} (mm/m)$	$\theta_{ca} (mm/m)$
0.420	0.0	0.05270	1.133	0.05976	33.3	1.29	320	120

2.3 Regime idrico del suolo

La valutazione degli invasi idrici del suolo (S) in termini di risorse idriche utili massime RU_m ($RU_m = (\theta_{cc} - \theta_{ca})z$) e di frazione facilmente utilizzabile RFU_m ($RFU_m = pRU_m$), è stata effettuata per le tre tesi (T1, T2, T3) con riferimento ad una profondità z di circa 0.50 m, in rapporto all'approfondimento radicale della coltura. Le RU_m sono risultate pari a 100 mm e di esse il 35% ($p=0.35$) è stata considerata la quota facilmente utilizzabile ($=RFU_m$; Allen et al., 1998).

Nella stagione vegeto-produttiva dell'anno 2014, come si evince dalla rappresentazione degli invasi idrici $S(t)$, di figura 2 relativi alla tesi T1, l'irrigazione eseguita dall'Azienda Altamura Francesco, ha permesso di mantenere le RU_m al di sopra di 65 mm corrispondente ad un assorbimento idrico radicale avvenuto a potenziale idrico medio stimato a ≈ 0.05 MPa, indicativo in senso lato di una buona programmazione degli interventi irrigui. Nelle tesi T2 e T3 (figure 2b e c) si sono osservati invece, livelli di maggiore carenza idrica ($65 \leq RU \leq 35$ mm) con attingimenti radicali avvenuti, verosimilmente, a potenziali idrici medi stimati rispettivamente a ≈ -0.05 MPa e -0.20 MPa e comunque maggiori del valore soglia del cosiddetto "deficit idrico moderato" atteso a potenziale idrico del suolo $h_s \cong -0.40$ MPa.

Il fabbisogno irriguo stagionale (V_s) della coltura è risultato pari, mediamente a $1461 \text{ m}^3/\text{ha}$.

Esso è stato soddisfatto con 6 irrigazioni di entità variabile tra 150 e i $180 \text{ m}^3/\text{ha}$ in relazione all'ammontare della evapotraspirazione e delle piogge utili settimanali. L'irrigazione si è resa necessaria nel periodo compreso tra la fine di giugno e la seconda decade di agosto, prima dello stadio vegetativo dell'invaatura (vedi tabella 7 e figure 6-7).

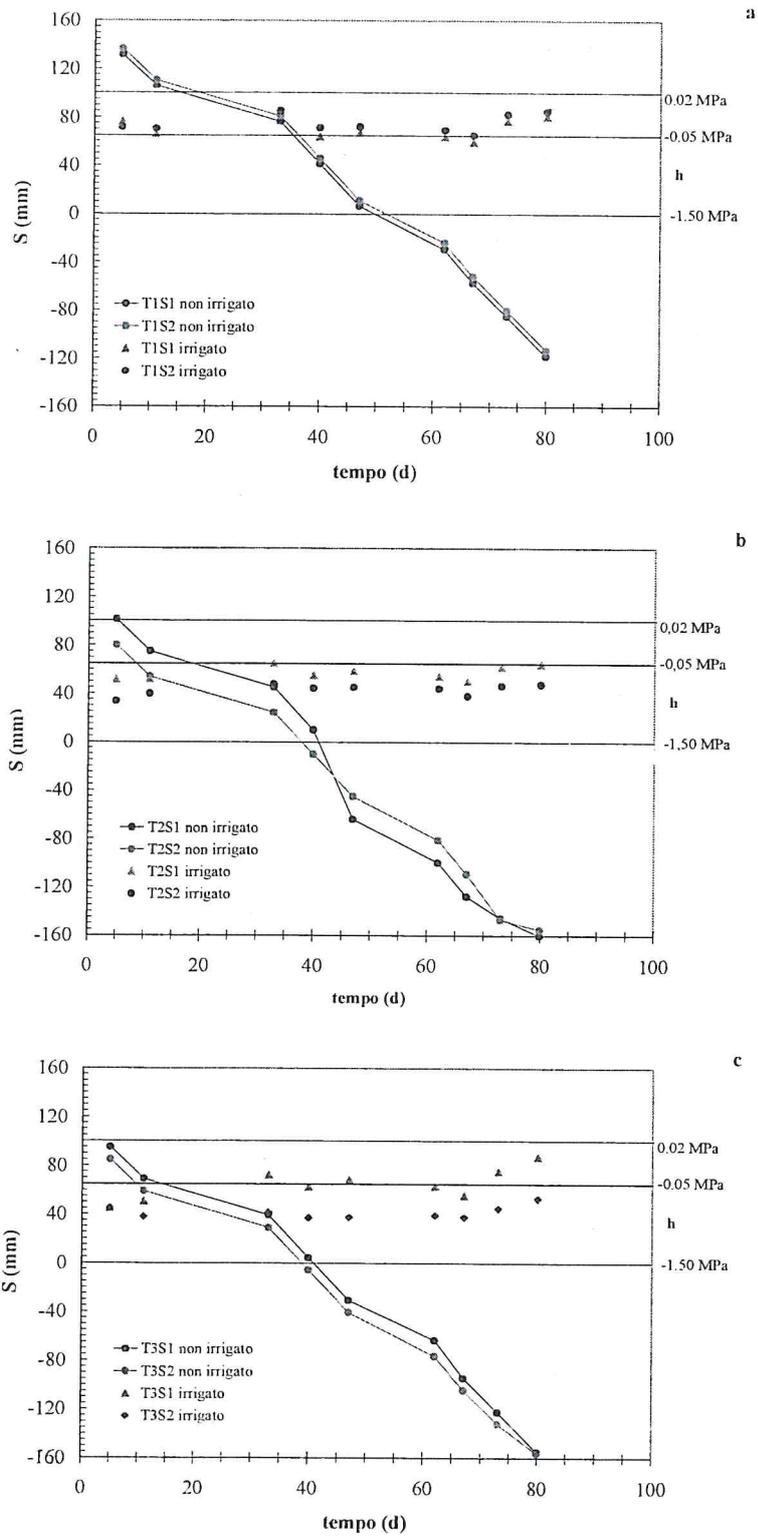


Figura 6. Andamento delle risorse idriche utili RUM e del deficit $S = \Sigma(S_{iniz} - ET_m + P)$ e del potenziale idrico h del suolo nel corso della stagione irrigua a partire dal 1° giugno ($t=0$): a) Tesi T1, b) Tesi T2 e c) Tesi T3.

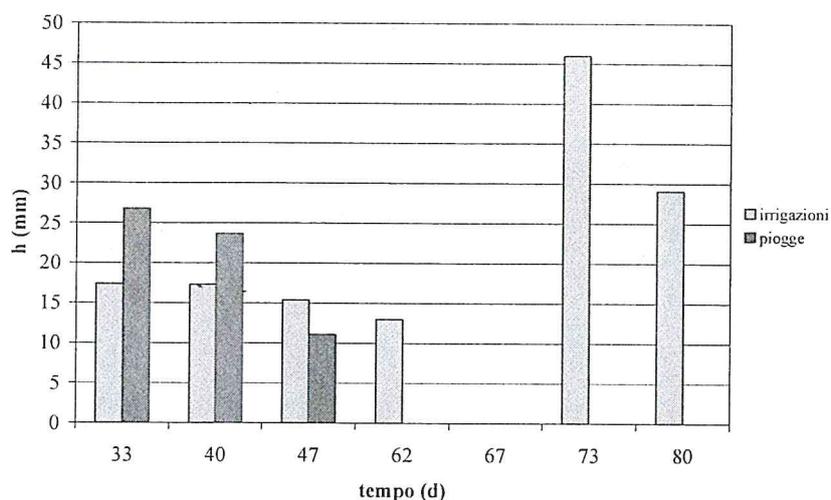


Figura 7. Precipitazioni ed apporti irrigui nel periodo vegeto-produttivo della coltura (giugno-settembre).

Tabella 7- Numero di interventi, loro intervallo medio, volumi mensili e stagionali di irrigazione.

Tesi	Luglio			Agosto		Stagione V_s (m^3/ha)
	Adacq. numero	Turno (giorni)	V_i (m^3)	Adacq. numero	Turno (giorni)	
T1S1	3	7	57.2	3	7	1471
T1S2	3	7	56.5	3	7	1546
T2S1	3	7	52.8	3	7	1117
T2S2	3	7	57	3	7	1334
T3S1	3	7	56.2	3	7	1463
T3S2	3	7	58.8	3	7	1461

Per l'avvio della seconda campagna di misure effettuata nel corso della stagione irrigua Giugno-Settembre 2015, l'attenzione dell'unità operativa UNIBAS-SAFE è stata principalmente rivolta al collaudo dell'impianto irriguo ed alla messa a punto delle tecniche di misura più rispondenti ad una completa caratterizzazione dei fenomeni che accompagnano il trasporto dell'acqua nel suolo e l'uso dell'acqua da parte della vite ad uva da tavola.

2.4 Monitoraggio dello stato idrico del suolo relativo al 2014

I risultati del monitoraggio del contenuto idrico e del potenziale, sono riportati nella tabella 8. Pur nell'ambito di un generale accordo fra le misure, di contenuto d'acqua θ e di potenziale h , sono da segnalare discrepanze spiegabili con un cattivo funzionamento dei tensiometri a seguito del disinnescamento delle capsule porose. Inoltre in tutta la stagione irrigua, a seguito di un mancato coordinamento tra il gestore dell'impianto irriguo e gli operatori tecnici dello IAM di Valenzano e della Unibas-SAFE di Potenza, non è stato possibile procedere al monitoraggio dello stato idrico del

suolo immediatamente prima, e 24 ore dopo ciascun intervento irriguo, compromettendo la possibilità di eseguire una corretta stesura del bilancio idrico del suolo.

Tabella 8 - Riepilogo dei dati di contenuto idrico θ e di potenziale idrico h del suolo.

Data Rilievo	Profondità (cm)	T1S1		T1S2		T2S1		T2S2		T3S1		T3S2	
		θ	h (cm)	θ	h (cm)	θ	h (cm)	θ	h (cm)	θ	h (cm)	θ	h (cm)
5/6	15	0.184	375.77	0.191	349.94	0.149	578.53	0.105	1199.55	0.132	749.55	0.136	704.03
	30	0.290	138.04	0.280	150.54	0.159	507.96	0.074	2547.03	0.184	375.36	0.207	293.31
	45	0.260	178.91	0.280	150.93	0.173	428.48	0.162	490.40	0.187	362.97	0.176	414.46
11/6	15	0.178	403.15	0.162	492.32	0.134	727.33	0.106	1173.67	0.160	501.83	0.153	553.68
	30	0.282	148.62	0.227	241.96	0.121	890.77	0.090	1661.92	0.181	391.72	0.134	721.76
	45	0.263	175.19	0.276	155.81	0.200	316.56	0.180	396.23	0.194	337.34	0.167	462.48
3/7	15	0.210	285.70	0.181	389.49	0.165	471.15	0.130	774.30	0.190	354.20	0.176	415.07
	30	0.309	117.56	0.271	163.39	0.158	518.28	0.109	1117.68	0.220	258.80	0.141	654.90
	45	0.293	134.71	0.326	102.05	0.218	263.90	0.190	352.27	0.247	201.07	0.165	471.15
10/7	15	0.181	389.49	0.171	437.84	0.153	553.68	0.123	861.07	0.175	419.98	0.162	492.32
	30	0.284	145.47	0.193	340.99	0.107	1162.13	0.100	1341.27	0.207	294.50	0.136	700.13
	45	0.263	174.42	0.276	156.48	0.206	299.05	0.184	376.48	0.223	252.61	0.157	521.67
17/7	15	0.192	346.56	0.180	396.23	0.156	528.54	0.126	819.27	0.186	370.21	0.169	451.29
	30	0.284	146.09	0.219	261.33	0.141	654.90	0.101	1313.17	0.217	267.81	0.138	684.54
	45	0.261	178.29	0.274	158.52	0.205	302.13	0.185	372.29	0.236	222.36	0.154	542.69
1/8	15	0.189	358.11	0.170	445.84	0.147	596.93	0.114	1008.05	0.175	417.51	0.175	417.51
	30	0.273	159.89	0.217	266.50	0.130	768.18	0.106	1185.39	0.207	296.01	0.134	727.33
	45	0.256	185.52	0.266	169.91	0.196	330.21	0.187	364.09	0.225	247.80	0.158	514.93
6/8	15	0.193	340.99	0.166	465.35	0.147	601.11	0.101	1299.46	0.169	448.55	0.177	410.24
	30	0.266	169.91	0.209	290.05	0.125	832.86	0.087	1788.26	0.189	356.15	0.133	732.96
	45	0.238	218.28	0.255	188.01	0.183	380.75	0.177	410.24	0.204	303.69	0.156	532.02
12/8	15	0.211	284.26	0.191	350.35	0.168	456.84	0.129	786.76	0.200	316.56	0.186	370.21
	30	0.296	131.32	0.250	196.60	0.147	601.11	0.092	1603.86	0.223	252.61	0.144	627.14
	45	0.286	143.61	0.296	131.88	0.210	287.14	0.193	342.83	0.252	192.24	0.171	437.84
19/8	15	0.235	224.43	0.222	255.06	0.175	419.98	0.131	756.16	0.234	227.59	0.212	280.02
	30	0.324	103.82	0.265	171.40	0.158	514.93	0.105	1209.37	0.234	227.59	0.155	539.10
	45	0.310	117.06	0.323	104.27	0.209	288.59	0.191	348.45	0.276	155.81	0.181	391.72

Al fine di ovviare a questo grave inconveniente, per l'anno 2015, si è ridotto l'intervallo tra i rilievi del contenuto idrico del suolo e si è sensibilizzato maggiormente il gestore dell'azienda a collaborare assiduamente alla sorveglianza dei sensori e ad una condivisibile esecuzione dello scheduling irriguo aziendale.

Nel contempo sono stati approfonditi per via sperimentale alcuni aspetti inerenti la tecnica di misura del contenuto idrico del suolo, basata sul metodo della riflettometria nel dominio del tempo (TDR, Topp et al., 1980). In particolare sono state condotte specifiche indagini di pieno campo finalizzate alla calibrazione della relazione $\theta(\epsilon_b)$ necessaria per la stima del contenuto idrico volumetrico del suolo del sito sperimentale.

La tecnica TDR come è noto si basa sulla determinazione della permittività dielettrica apparente del suolo ε_b , che dipende dalla natura delle sue fasi (particelle solide, aria e soluti). In pratica con la tecnica TDR si misura il tempo che un impulso elettromagnetico impiega nell'attraversare una guida d'onda metallica inserita nel suolo (sonda). La permittività dielettrica la si può esprimere come:

$$\varepsilon_b = \left(\frac{x_2 - x_1}{v_p L} \right)^2 \quad 4$$

in cui x_1 e x_2 rappresentano rispettivamente il picco e il secondo punto di riflessione del segnale, L è la lunghezza della sonda infissa nel suolo e v_p è una frazione della velocità di propagazione del segnale nel vuoto posta pari a 0.66. Per la determinazione dei punti di riflessione x_1 e x_2 si è fatto ricorso a software dedicati (A. Comegna et al, 2013). La permittività dielettrica ε_b è stata quindi posta in relazione con il contenuto idrico θ del suolo mediante la relazione:

$$\theta = 0.115\sqrt{\varepsilon_b} - 0.176 \quad 5$$

che è risultata valida per la terra rossa di Corato ed applicabile in un intervallo di contenuti d'acqua compreso fra 0.05 e 0.45.

3. AZ3 Scheduling irriguo alla scala parcellare

3.1 La pianificazione dell'esercizio irriguo nel biennio 2014-2015

Come da protocollo, il vigneto è stato suddiviso in tre domini irrigui indipendenti T1, T2 e T3 (parcelloni da 2240 m²) ciascuno suddiviso nelle subparcelle denominate Sub1 e Sub2 (subparcelle da 1120 m²) in cui sono state implementate le differenti tipologie di irrigazione di seguito richiamate:

- i) T1Sub1: gestione irrigua con acqua di falda tal quale (test gestione aziendale);
- ii) T1Sub2: gestione irrigua con acqua di falda magnetizzata (test gestione aziendale);
- iii) T2Sub1: gestione irrigua di precisione, a deficit moderato con acque di falda tal quali;
- iv) T2Sub2: gestione irrigua di precisione, a deficit moderato con acque di falda magnetizzate;
- v) T3Sub1: gestione irrigua di precisione, a deficit moderato con acque di falda salinizzate;
- vi) T3Sub2: gestione irrigua di precisione, a deficit moderato con acque di falda salinizzate e magnetizzate.

L'esercizio irriguo è stato gestito impostando specifici valori soglia di deficit idrico corrispondenti a precisi contenuti d'acqua della zona radicale e ad altrettanti valori del potenziale dell'acqua nel suolo h_s e della chioma della coltura h_f :

Sulla base di questi limiti, il volume di adacquamento è stato determinato con un criterio evapotraspirometrico (Caliandro et al., 2008) secondo la seguente relazione:

$$d_i = \left(\sum_{j=1}^n E_p \cdot k_p \cdot k_c \cdot k_s \right) - P \quad 3$$

in cui d_i è il volume di adacquamento in termini di altezza d'acqua equivalente, pari alla evapotraspirazione massima cumulata (ET_m); E_p è l'evaporazione giornaliera da evaporimetro di classe A; K_p è il coefficiente di conversione dell' E_p in ET_0 (evapotraspirazione della coltura di riferimento), K_L è il coefficiente colturale (valori=0.59, 0.68, 0.68, 0.59, 0.59, 0.59; assunti rispettivamente per i mesi di aprile, maggio, giugno, luglio, agosto e settembre), K_s è il coefficiente di deficit idrico pari a 1 nel caso di deficit nullo e a 0.5 nel caso di deficit moderato, P è la pioggia cadente superiore a 10 mm nelle 24 ore da sottrarre al valore dell' ET_m cumulato sino al giorno dell'evento piovoso.

Nel corso delle stagioni vegeto-produttive 2014-2015 sono state effettuate ad intervalli settimanali e comunque prima, e 24 ore dopo ogni intervento irriguo, misure di contenuto d'acqua e potenziale idrico con sensori posizionati nell'interfila al di sotto dell'ala gocciolante centrale di ciascuna subparcella.

Le misure dei parametri climatici sono continuate utilizzando la stazione meteo automatica (WD2900 SN6055) installata nel sito sperimentale dal partner CRA-UTV di Turi (BA).

3.2 Variante del piano degli interventi irrigui adottato nella stagione vegeto-produttiva del 2014

È tuttavia da segnalare che la stagione vegeto-produttiva del 2014 è stata caratterizzata da una anomala, quanto imprevedibile forzante termopluviometrica (vedi figura 7 e tabella 7) che non ha consentito, sino a giugno inoltrato, una significativa differenziazione del regime idrico del suolo nelle tre tesi (T1, T2, T3) messe a confronto. A fine giugno, avendo comunque osservato un andamento meteorico ormai non più favorevole alla conduzione dell'esperimento, come inizialmente programmato, le Unità Operative dello IAM di Valenzano e dell'Unibas-SAFE di Potenza, di concerto con il CRA-UTV di Turi, in un incontro specificamente dedicato alla valutazione di futuribili difficoltà inerenti l'attuazione del protocollo sperimentale, hanno vagliato una diversa possibilità di gestione dell'esercizio irriguo decidendo di conferire a ciascuna tesi un

volume di adacquamento calcolato con passo settimanale, tenendo conto del consumo idrico della coltura valutato dall'Azienda con un metodo empirico in uso nella zona.

3.3 Controlli effettuati sulla rete irrigua

La rete irrigua realizzata nella "Azienda Agricola Altamura Francesco", serve come è noto una superficie di poco superiore ad un ettaro, con uno sviluppo delle condotte del 3° ordine di 4.5 km e con una numerosità degli organi di distribuzione pari a 1880 gocciolatori autocompensanti in derivazione.

La rete è stata suddivisa in tre domini irrigui indipendenti (parcelloni T₁, T₂ e T₃), in cui come si evince dalla rappresentazione di figura 8, sono state implementate le differenti tipologie di irrigazione (subparcelle sub1 e sub2) di seguito richiamate:

- vii) T₁Sub1: gestione irrigua con acqua di falda tal quale (test gestione aziendale);
- viii) T₁Sub2: gestione irrigua con acqua di falda magnetizzata (test gestione aziendale);
- ix) T₂Sub1: gestione irrigua di precisione, a deficit moderato con acque di falda tal quali;
- x) T₂Sub2: gestione irrigua di precisione, a deficit moderato con acque di falda magnetizzate;
- xi) T₃Sub1: gestione irrigua di precisione, a deficit moderato con acque di falda salinizzate;
- xii) T₃Sub2: gestione irrigua di precisione, a deficit moderato con acque di falda salinizzate e magnetizzate.

Per assicurare una maggiore flessibilità dell'esercizio irriguo, nei gruppi di testata di ciascun dominio è stata montata sulle diramazioni delle ali gocciolanti dalla condotta una nuova coppia di valvole della NETAFIM. Si tratta di un sistema formato da: i) una valvola contalitri (A) munita di un sequenziatore sull'adacquatrice e ii) una valvola automatica senza contatore (B), disposta sulla collettore e collegata alla valvola A tramite un sottile tubo in polietilene (PE).

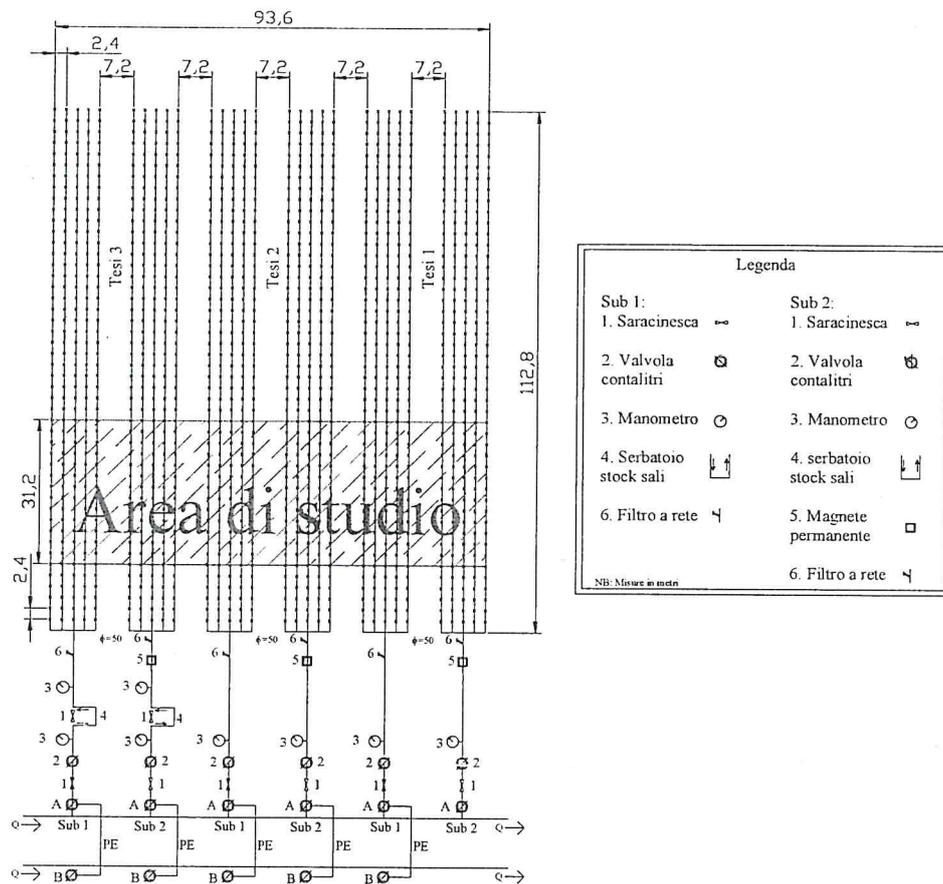


Figura 8. Schema della rete e sequenziazione dei domini irrigui con l'impiego del gruppo valvole contaltri-idrovalvola con sequenziatore.

Erogato il volume di adacquamento specifico, la valvola A si chiude dispensando nel tubicino PE un modesto flusso d'acqua, che consente l'apertura dell'otturatore della valvola B, anch'essa programmata per erogare un assegnato volume d'acqua.

Attraverso il valvolismo descritto, è possibile la sequenziazione automatica di più turni indipendenti sulle ali gocciolanti di ciascun dominio, con chiusura totale dell'impianto sull'ultimo dominio dove è stata montata una valvola contaltri semplice.

Per la magnetizzazione della portata defluente nei gruppi di testata, sono stati inseriti e controllati tre magneti permanenti al neodimio della Euro Gamma (modello GAMMA 5), i quali ingenerano un campo magnetico di circa 14000 Gauss.

La salinizzazione della portata d'acqua defluente (sino al valore della conducibilità elettrica EC_a di 1.5 dS/m), è realizzata con una opportuna attrezzatura di miscelazione (acqua dolce-acqua salina) costituita da due serbatoi da 120 litri e da due dosatori volumetrici della NETAFIM, ciascuno posto in testa ai domini T_3 sub1 e T_3 sub2.

3.4 Installazione e verifica dei sensori per le misure dello stato idrico e salino del suolo

Le attività sperimentali, sviluppate da giugno a settembre da UNIBAS-SAFE, sono finalizzate alla valutazione dell'efficacia delle diverse tipologie irrigue sui bilanci idrici e salini dello strato di suolo interessato dalle radici della coltura nei diversi domini irrigui riportati nella figura 8.

Nei domini in contesto, l'UNIBAS-SAFE ha provveduto ad installare ed a tarare altre 36 sonde per il monitoraggio del contenuto idrico (θ), e della conducibilità elettrica (EC) del terreno, con la tecnica della riflettometria nel dominio del tempo (TDR). In profili di suolo prossimi ai gocciolatori posti altresì a distanze orizzontali regolari lungo transetti di circa 30 m ed alle profondità di 0.1, 0.2, e 0.3 m dal piano campagna.

La misura del potenziale idrico del suolo viene effettuata alla profondità di 0.40 m, utilizzando altri 12 tensiometri a capsula porosa caratterizzati da un punto di bolla di 800 HPa.

Tutta la metodologia di studio, già testata, è stata nuovamente messa a punto nel mese di maggio 2015 ed è di seguito richiamata nel quadro sinottico di Figura 9.

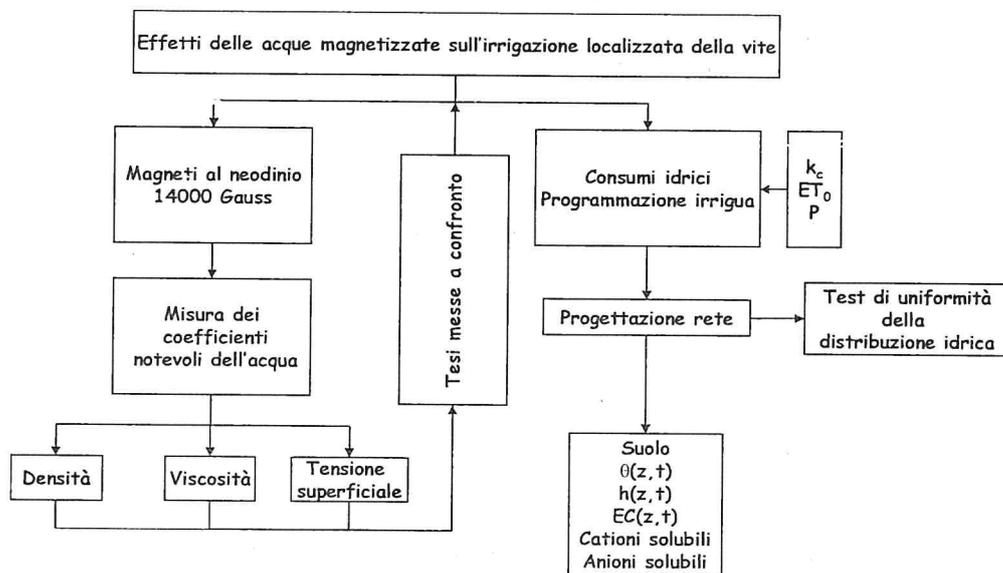


Figura 9. Metodologie per il calcolo della distribuzione del contenuto idrico e salino del suolo.

4. AZ4 Caratterizzazione delle proprietà fisiche delle acque magnetizzate

Il trattamento magnetico dell'acqua potrebbe configurarsi come una innovazione tecnologica (a basso impatto ambientale, semplice e sufficientemente sicura) introducibile nel settore dell'agricoltura perché potenzialmente utilizzabile per accrescere: i) l'efficienza d'uso di risorse idriche non perfettamente idonee all'intervento irriguo, ii) per migliorare la nutrizione minerale di colture di interesse agronomico, e iii) per il risanamento di suoli irrigui divenuti alomorfi e/o alcalinomorfi per processo di metapedogenesi.

Numerose ricerche condotte prevalentemente in Russia ed in Australia, hanno mostrato (anche con risultati a volte non riproducibili) come alcune proprietà chimico-fisiche dell'acqua, sottoposta a campi magnetici di assegnata intensità, subiscano significative modificazioni.

La ricerca ECO-IRRI-MAG persegue anche l'obiettivo di valutare, nel corso del biennio di osservazioni 2014-2015, gli effetti del trattamento magnetico di acque irrigue sul: i) pattern distributivo di cationi ed anioni solubili nel profilo di suolo, ii) sull'efficienza della rete irrigua, e iii) su alcuni caratteri morfometrici e produttivi della coltura (vite: cv Italia).

Nel corso del 2014 sono stati avviati una serie di esperimenti preliminari per testare gli effetti del campo magnetico sulle seguenti proprietà chimico-fisiche dell'acqua: pH, conducibilità elettrica EC, tensione superficiale τ , viscosità μ , attività dello ione calcio Ca^{2+} .

A tal fine è stato realizzato in laboratorio un magnetotrone che consente di applicare un campo magnetico di 12000 Gauss a campioni di acque trasferiti dinamicamente da una pompa in un circuito idraulico chiuso.

4.1 Caratteristiche del magnetotrone e protocollo di misure

Il dispositivo realizzato viene mostrato nella figura 10. Esso consta delle seguenti componenti; i) un serbatoio di $0.35 \times 0.25 \times 0.20 \text{ m}^3$; ii) una condotta in polietilene (PE) di diametro $\phi=25 \text{ mm}$ e di lunghezza $l=1 \text{ m}$, iii) una pompa centrifuga sotto battente con una prevalenza $H_{\text{max}}=5.0 \text{ m}$ e una portata $Q=0.33 \text{ m}^3/\text{s}$, iv) una saracinesca per la regolazione della portata, e v) un magnete permanente al neodimio da 12000 Gauss (Eurogamma 2000, Eurogamma group) inserito sul tratto orizzontale della condotta.

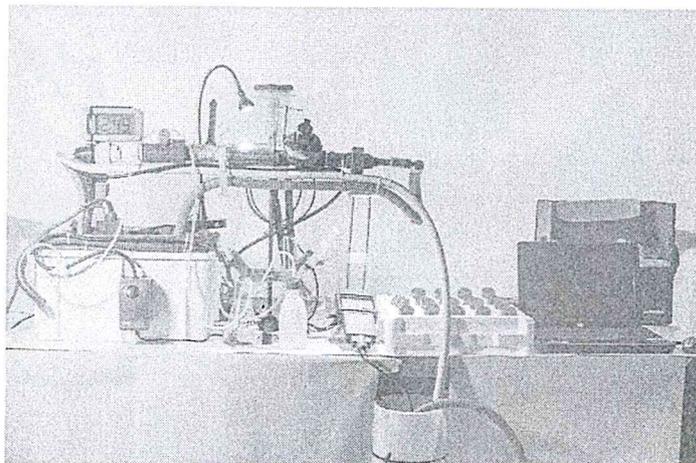


Figura 10. Prototipo del magnetotrone realizzato per le misure.

L'efficienza del trattamento magnetico dell'acqua è stata saggiata, in funzione di differenti valori del tempo di esposizione al campo magnetico, attraverso misure di i) pH ed EC, effettuate con sonda multiparametrica (modello HI9829, Hanna Instruments), ii) misura dell'attività dello ione

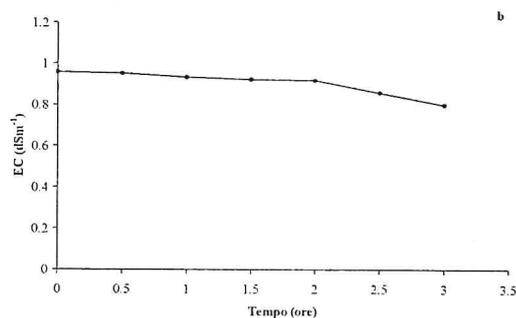
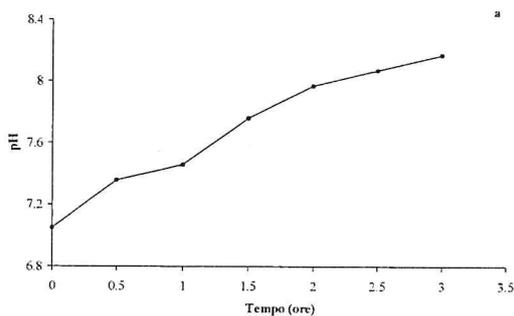
Ca²⁺ effettuate con il metodo di Warth-Pfeiffer; iii) misure di tensione superficiale (metodo del capillare), iv) misure di viscosità con il viscosimetro di Ostwald.

4.2 Risultati relativi alle caratteristiche fisiche dell'acqua sottoposta al campo magnetico

Come si evince dalla tabella 10 e dalle figure 11a, b, c, d, e, f, dopo una esposizione al campo magnetico di durata t=3 ore, il pH, la conducibilità elettrica (EC), il contenuto in sali disciolti (TDS), l'attività dello ione calcio ($Ca_{out}^{2+}/Ca_{in}^{2+}$), la tensione superficiale (τ) e la viscosità (μ) dell'acqua irrigua subiscono variazioni pari rispettivamente a +16.5%, -17.3%, -25.0%, -19.8% e -20.0%.

Tabella 10 - Effetto del tempo di esposizione al campo magnetico sulle proprietà fisiche dell'acqua irrigua.

Tempo (ore)	pH	EC (dSm ⁻¹)	TDS (ppm)	$Ca_{out}^{2+}/Ca_{in}^{2+}$	τ (Nm ⁻¹)	μ (Nsm ⁻²)	Temp. di lavoro (°C)
0	7.05	0.959	614	1.00	72.4	0.100	19
0.5	7.36	0.953	610	1.00	57.5	0.094	19
1.0	7.46	0.934	598	1.00	61.0	0.094	19
1.5	7.76	0.923	591	0.775	63.0	0.092	19
2.0	7.97	0.919	588	0.750	58.0	0.093	19
2.5	8.07	0.859	549	0.740	58.0	0.091	19
3.0	8.17	0.800	508	0.740	58.0	0.080	19



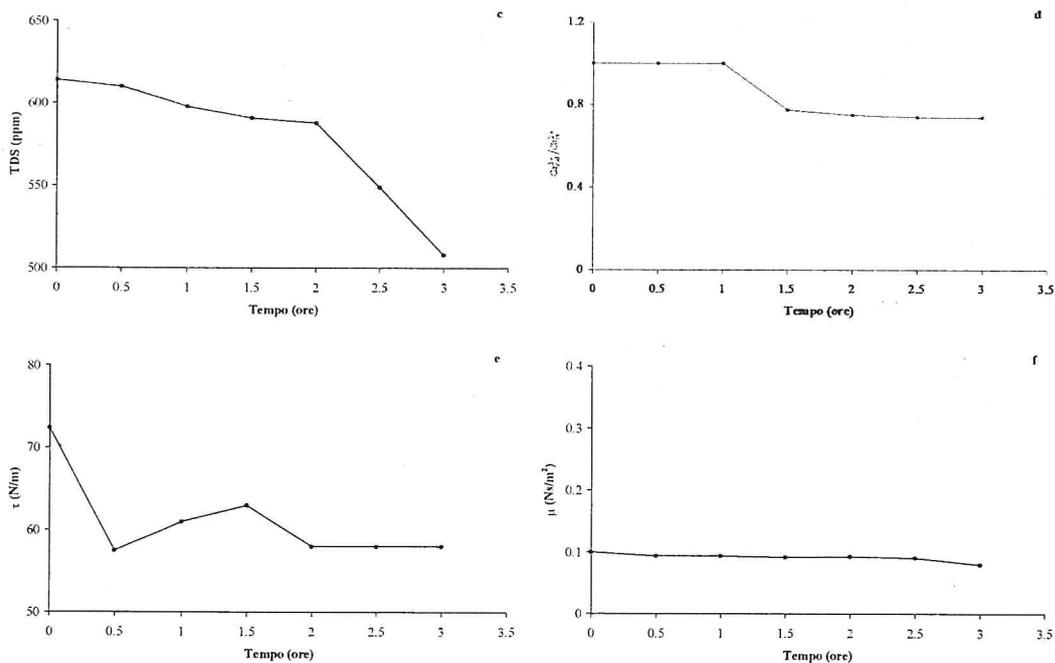


Figura 11. valori: a) pH(t), b) EC(t), c) TDS (t), d) $\frac{Ca_{out}^{2+}}{Ca_{in}^{2+}}$ (t), e) τ (t), f) μ (t) dell'acqua irrigua.

La teoria e i meccanismi invocati in letteratura, per spiegare tali modificazioni, sono numerosi ed includono: i) l'effetto dipolo, ii) le interazioni intramolecolari/interatomiche, iii) gli effetti della forza di Lorentz, iv) la presenza di impurità ferromagnetiche, e v) gli effetti interfaciali.

In accordo con Bogatin (1999), gli effetti magnetici sarebbero il risultato delle interazioni tra il campo magnetico e le molecole dell'acqua aggregate dapprima in clusters in equilibrio termodinamico (vedi schematizzazione di figura 12a); ciascun cluster, a temperatura ambiente risulterebbe costituito a sua volta da circa 100 molecole (figura 12c); la forza di Lorentz $\vec{F} = q\vec{V}\vec{B}$ (in cui q , \vec{V} e \vec{B} sono rispettivamente la carica ionica, la densità di flusso e l'induzione magnetica) concorrerebbe, infine, alla risoluzione dei clusters in singole molecole e al moto di ioni, vettori di cariche elettriche di segno opposto, in direzioni opposte (figura 12b). È attesa inoltre una crescita della attività biofisica dell'acqua, con potenziali ricadute (molte sono ancora da studiare, Mahashwari et al., 2009) sia sulla nutrizione minerale delle piante, sia sulla eluviazione dei profili di suolo irrigui divenuti alomorfi e/o alcalinomorfi per processo di metapedogenesi.

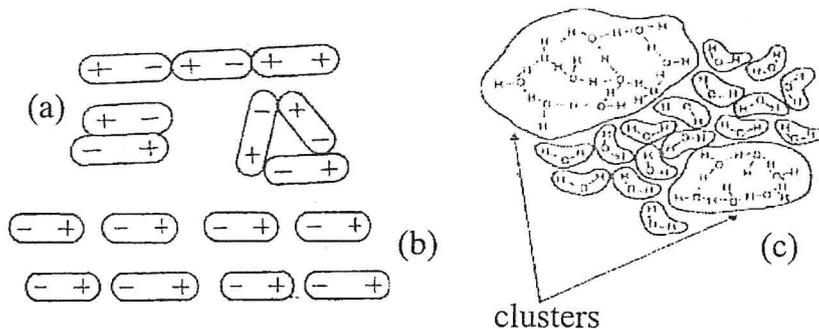
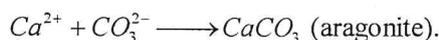
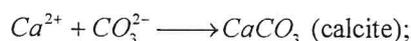
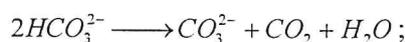


Figura 12. Effetto dipolo del campo magnetico sulle molecole dell'acqua: a) clusters termodinamicamente stabili, b) disposizione di dipoli H₂O nel campo magnetico, c) strutture dei clusters.

In relazione poi alla attività degli ioni Ca^{2+} , il trattamento magnetico dell'acqua tenderebbe a favorire la formazione dei nuclei di cristallizzazione di carbonato di calcio secondo una sequenza di reazioni del tipo:



Secondo Higashitani et al. (1993), per la presenza della forza di Lorentz (figura 13), la precipitazione del carbonato avverrebbe, preferenzialmente, sotto forma di aragonite, una forma cristallografica del carbonato che sedimentando in acqua tende a formare, sulle pareti dei recipienti contenitori, tubercoli porosi molto friabili e quindi facilmente rimuovibili dalla corrente idrica in transito.

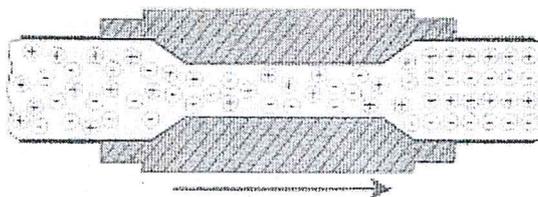


Figura 13. Configurazione di ioni di carica opposta nel campo magnetico.

Proseguendo la ricerca nel 2015, sarà possibile valutare anche gli effetti delle acque magnetiche sul pattern distributivo dei cationi e degli anioni solubili del suolo.

5. AZ6 Valutazione della risposta fisiologica e produttiva della vite da tavola cv Italia alle diverse tipologie irrigue.

Sono state eseguite misurazioni dello stato idrico delle viti nelle diverse tesi. Sono state rilevati diversi parametri quali:

- il potenziale idrico del fusto nelle ore centrali del giorno, mediante camera a pressione (Scholander chamber) su foglie opportunamente inibite alla traspirazione
- la conduttanza stomatica con l'ausilio di porometro digitale portatile ad impulsi modulati (Leaf porometer Mod. SC-1, Decagon Device).

Le suddette letture sono state eseguite in giornate luminose in due intervalli, 'mattina' dalle 9.30 alle 11.00 e 'mezzogiorno' ossia dalle 12.00 alle 13.30, su sei foglie esposte, effettuando le misure sulla quinta foglia a partire dall'apice di un germoglio mediano.

- la radiazione fotosinteticamente attiva (PAR) a diverse altezze dello strato di vegetazione, mediante l'utilizzo di barra ceptometrica.
- l'intensità degli scambi gassosi per unità di superficie fogliare (tasso di conduttanza stomatica, traspirazione fogliare, fotosintesi netta, water use efficiency) misurati mediante un analizzatore di scambi gassosi (Infra-red Gas Analyzer ADC, Mod. LCpro SD).
- Misure di fluorescenza della clorofilla attraverso un fluorimetro ad impulsi modulati (Mod. ADC-0S1 FL).
- Misure di temperatura fogliare e del grappolo con termometro a raggi infrarossi

Inoltre sono effettuate misurazioni legate alla qualità delle produzioni ottenute in ogni singola tesi. I parametri, rilevati durante il periodo della raccolta commerciale della cv Italia sono stati i seguenti:

- caratteristiche carpometriche (peso grappolo, peso bacca, diametri della bacca) su campioni rappresentativi di grappoli.
- analisi chimica di campioni di succo eseguite attraverso le determinazioni di grado rifrattometrico, acidità titolabile, acidi organici e pH.
- determinazione di parametri fisico-meccanici della bacca (consistenza, resistenza della buccia alla penetrazione, resistenza al distacco dell'acino dal pedicello) determinati mediante un penetrometro digitale (Turoni srl, Forlì).

Inoltre su 5 piante per ogni tesi sperimentale, sono stati misurati altri parametri, quali l'area fogliare utilizzando un leaf areameter (LICOR 3100) e sono stati calcolati alcuni indici di equilibrio vegeto-produttivo (peso del legno di potatura, indice di Ravaz ecc.).

Risultati relativi ai parametri fisiologici della coltura misurati nelle diverse tesi

I dati fisiologici raccolti sono stati sottoposti ad elaborazione statistica utilizzando ANOVA e test SNK per la significatività delle differenze tra le medie.

L'analisi dei dati preliminari ha consentito di evidenziare i seguenti risultati:

- l'utilizzo di acqua irrigua magnetizzata ha determinato un incremento significativo del grado rifrattometrico delle uve alla raccolta;
- non sono emerse differenze significative riguardo alle caratteristiche del grappolo (peso grappolo)
- si sono rilevate differenze per il peso bacca (maggiore nella tesi T3sub2, vedere rapporto Giugno dicembre 2014);
- le bacche delle tesi T1sub2, T3sub1 e T3sub2 si sono caratterizzate per valori significativamente maggiori della croccantezza (firmness);
- in relazione alle misure di scambi gassosi i tassi di fotosintesi netta e traspirazione sono risultati significativamente maggiori nella tesi T1sub2 (gestione irrigua con acque di falda magnetizzata);
- l'area fogliare per vite ha mostrato valori minori nella tesi T3sub2 in cui allo stress idrico si affiancava anche lo stress salino.

La notevole pluviometria che ha caratterizzato il periodo vegeto-produttivo nel 2014 ha comunque notevolmente interferito con le risposte delle viti, attenuando gli effetti attesi legati allo stress idrico e salino. Con la ripresa vegetativa del 2015) sono stati valutati eventuali effetti cumulati (acqua-magnetizzazione-salinizzazione) della diversa gestione idrica realizzata nel 2014 sui parametri di fertilità del germoglio della cv Italia.

In sintesi l'attività di consulenza scientifica eseguita dal CRA-UTV è riferita alle attività progettuali indicate nel WP 4 che ha comportato le seguenti attività.

- Misurazioni dello stato idrico delle viti nelle diverse tesi, rilevando il potenziale idrico del fusto nelle ore centrali del giorno, mediante camera a pressione (camera a pressione di Scholander) su foglie opportunamente inibite alla traspirazione e la conduttanza stomatica con l'ausilio di porometro digitale portatile ad impulsi modulati (Leaf porometer Mod. SC-1, Decagon Device). Le letture con tale strumentazione sono state eseguite in giornate luminose in due intervalli, ossia 'mattina' dalle 9.30 alle 11.00 e 'mezzogiorno' ossia dalle 12.00 alle 13.30, su sei foglie esposte, effettuando le misure sulla quinta foglia a partire dall'apice di un germoglio mediano.

- Misure dell'indice di verde SPAD delle foglie mediante Chlorophyll meter MC-100. Per ogni tesi sono state effettuate 20 misurazioni su foglie sane, prive di qualsiasi lesione (5 letture per singola

foglia in corrispondenza di diversi punti della stessa e utilizzando come dato finale il valore medio delle misure).

_ Rilievo delle condizioni di illuminazione della chioma in termini di flusso di radiazione fotosinteticamente attiva (PAR) mediante l'utilizzo di barre ceptometriche, di radiazione R:FR, di temperatura e umidità relativa dell'aria. L'intensità degli scambi gassosi per unità di superficie fogliare (tasso di conduttanza stomatica, traspirazione fogliare, fotosintesi netta) è stata rilevata in diverse fasi fenologiche mediante analizzatore di scambi gassosi (Infra-red Gas Analyzer ADC, Mod. LCpro SD). Inoltre sono state effettuate misure di fluorescenza della clorofilla, con fluorimetro ad impulsi modulati, Mod. ADC-0S1 FL.

Come ulteriore indicatore dello stato idrico delle viti sono state effettuate misure della temperatura fogliare e della temperatura del grappolo con termometro a raggi infrarossi.

Periodicamente sono state eseguite misurazioni dello stato idrico del suolo nelle diverse tesi con sonde d'umidità operanti con riflettometria nel dominio delle frequenze FDR (DIVINER 2000).

Periodicamente si sono scaricati su computer i dati della centralina meteo Watchdog 2900 ET (serial number 6055) installata dal CRA-UTV e provvista di sensori per la misura di temperatura, umidità relativa, pluviometria, direzione e velocità del vento, contenuto idrico del suolo a due profondità, al fine di determinare i parametri ambientali in grado di influenzare lo stato idrico delle viti.

Alla raccolta della cv Italia nelle diverse tesi sono state determinate le caratteristiche carpometriche del grappolo e della bacca, la composizione chimica del succo (grado rifrattometrico, acidità titolabile e pH) e le caratteristiche fisiche dell'acino mediante penetrometro digitale (resistenza alla penetrazione, resistenza allo schiacciamento, resistenza al distacco dell'acino). Nelle tabelle 11,12 e 13 si riportano alcuni dati relativi alle caratteristiche carpometriche, agli scambi gassosi e all'indice SPAD nelle diverse tesi.

Tab. 11 - Caratteristiche carpometriche alla raccolta della cv Italia. Anno 2014 (Azienda Altamura Francesco).

TESI	Peso grappolo (g)	Peso acino (g)	Diametro polare (mm)	Diametro equatoriale (mm)	Resistenza alla penetrazione (N)	Resistenza allo schiacciamento (N)	Resistenza al distacco (N)
T1Sub1	773,62a	9,37b	31,18a	24,25a	2,28a	12,51b	3,52b
T1Sub2	649,13a	9,81b	29,16bc	24,20a	1,95a	10,65b	2,44bc
T2Sub1	667,29a	9,01b	28,92bc	24,20a	2,18a	19,03a	3,09bc
T2Sub2	788,85a	9,70b	28,41c	24,45a	2,03a	14,19b	1,92c
T3Sub1	698,96a	9,44b	29,65bc	24,48a	2,70a	20,96a	3,33b
T3Sub2	819,98a	10,86a	30,22ab	24,27a	2,71a	18,39a	4,78a
Significatività	ns	***	***	ns	ns	***	***

Tab. 12 - Scambi gassosi in fase di allegazione cv Italia. Anno 2015. (Azienda Altamura Francesco).

TESI	Temperatura fogliare (°C)	Traspirazione ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	Conduttanza stomatica ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	Fotosintesi netta ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)
T1S1	33,68 a	6,33 a	0,565 a	13,61 a
T1S2	35,98 a	6,30 a	0,280 a	8,19 a
T2S1	35,58 a	6,49 a	0,335 a	13,47 a
T2S2	36,37 a	5,69 a	0,250 a	12,86 a
T3S1	37 a	6,71 a	0,302 a	11,73 a
T3S2	36,12 a	6,42 a	0,323 a	12,12 a

Tab. 13 - Indice fogliare SPAD nella cv Italia. Ottobre 2015. (Azienda Altamura Francesco).

Tesi	SPAD
T1S1	36,97 b
T1S2	41,62 a
T2S1	37,75 b
T2S2	41,24 a
T3S1	40,97 a
T3S2	42,90 a

IL COORDINATORE
del Progetto ECO-IRRI-MAG
 (Dott. Enrico NERILLI)



