



With the contribution of LIFE
Programme 2014-2020 of the EU
LIFE AGROWETLANDS II
LIFE15 ENV/IT/000423



LIFE AGROWETLANDS II

**Guida all'utilizzo del sistema Smart Agrowetlands
per gli agricoltori**

Il portale di interfaccia Agrowetlands





Progetto LIFE AGROWETLANDS II
Smart Water and Soil Salinity Management in Agro-wetlands
LIFE15 ENV/IT/000423

LIFE AGROWETLANDS II
Guida all’utilizzo del sistema Smart Agrowetlands per gli agricoltori.
Il portale di interfaccia Agrowetlands
a cura di Maria Speranza

AUTORI

Emanuele TAVELLI e Mirco SACCHETTI hanno realizzato il software del portale AGROWETLANDS e un manuale d’uso in lingua inglese - *Deliverable* dell’azione B3.

Emanuele TAVELLI e lo staff di WINET srl hanno realizzato la Rete Wireless di Sensori - *Deliverable* dell’azione B4.

Alberto LAMBERTI ha curato l’impostazione generale del portale AGROWETLANDS e della WSN.

Marinella MASINA e ALBERTO LAMBERTI hanno realizzato il Sistema di Supporto alle Decisioni e formulato i consigli irrigui, utilizzando il modello AquaCrop - FAO.

Luca FIORENTINI, Marinella MASINA, Maria SPERANZA hanno curato i testi del presente volume.
La figura 2 e la figura 3 sono di Marinella MASINA.

Luca FIORENTINI, Agronomo, luca.fiorentini.bo@gmail.com

Alberto LAMBERTI, UNIBO-DICAM, alberto.lamberti@unibo.it

Marinella MASINA, UNIBO-DICAM, marinella.masina2@unibo.it

Mirco SACCHETTI, WINET s.r.l., Cesena, msacchetti@winetsrl.com

Maria SPERANZA, UNIBO-DISTAL, maria.speranza@unibo.it

Emanuele TAVELLI, WINET s.r.l., Cesena, etavelli@winetsrl.com

Figura 11 - Source: Food and Agriculture Organization of the United Nations. Reproduced with permission from You Tube Training Module n. 1.

INDICE

1. INTRODUZIONE	04
1.1 - CHE COS'È IL SISTEMA SMART AGROWETLANDS	04
1.2 - LA RETE Wireless DI SENSORI - <i>WIRELESS SENSOR NETWORK</i> (WSN)	05
1.3 - IL SISTEMA DI SUPPORTO ALLE DECISIONI - <i>DECISION SUPPORT SYSTEM</i> (DSS)	07
1.4 - IL PORTALE AGROWETLANDS	08
2. ACCESSO AL PORTALE AGROWETLANDS PER L'UTENTE AGRICOLTORE	09
3. LE FUNZIONI DEL PORTALE AGROWETLANDS ACCESSIBILI ALL'UTENTE AGRICOLTORE	10
3.1 - LA <i>DASHBOARD</i> DELL'UTENTE AGRICOLTORE	10
3.2 - I GRAFICI PER L'UTENTE AGRICOLTORE	13
4. ACCESSO AL PORTALE AGROWETLANDS PER L'UTENTE AMMINISTRATORE	14
5. LE FUNZIONI DEL PORTALE AGROWETLANDS ACCESSIBILI ALL'UTENTE AMMINISTRATORE	14
5.1 - LA <i>DASHBOARD</i> DELL'UTENTE AMMINISTRATORE	14
5.2 - I GRAFICI PER L'UTENTE AMMINISTRATORE	16
5.3 - IL MENU <i>SETTINGS</i> DELL'UTENTE AMMINISTRATORE	16
5.3.1 - Pagina “Utenti”	17
5.3.2 - Pagina “Gestione Appezzamenti”	17
5.3.3 - Pagina “Impostazione della rete, dei nodi e dei sensori”	19
6. L'AGRICOLTORE E LA FORMULAZIONE DEL CONSIGLIO IRRIGUO	20
6.1 - RUOLO DELL'UTENTE AGRICOLTORE	20
6.2 - LE INFORMAZIONI DI INPUT RICHIESTE DA AQUACROP	20
7. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	22

1. INTRODUZIONE

1.1 - COS'È IL SISTEMA SMART AGROWETLANDS

Il Sistema SMART AGROWETLANDS è un insieme interconnesso di tre prodotti realizzati dal progetto LIFE AGROWETLANDS II - *Smart Water and Soil Salinity Management in Agro-wetlands* (LIFE15 ENV/IT/000423), specificamente messo a punto per fornire consigli irrigui nel caso di colture praticate su suoli salini. Il Sistema è stato realizzato come

prototipo, con riferimento a colture di mais, seguite nel corso delle stagioni colturali 2018 e 2019 presso l'azienda Agrisfera, partner del progetto LIFE AGROWETLANDS II.

I tre prodotti che compongono il sistema (figura 1) sono:

- la rete WSN
- il DSS
- il portale AGROWETLANDS.

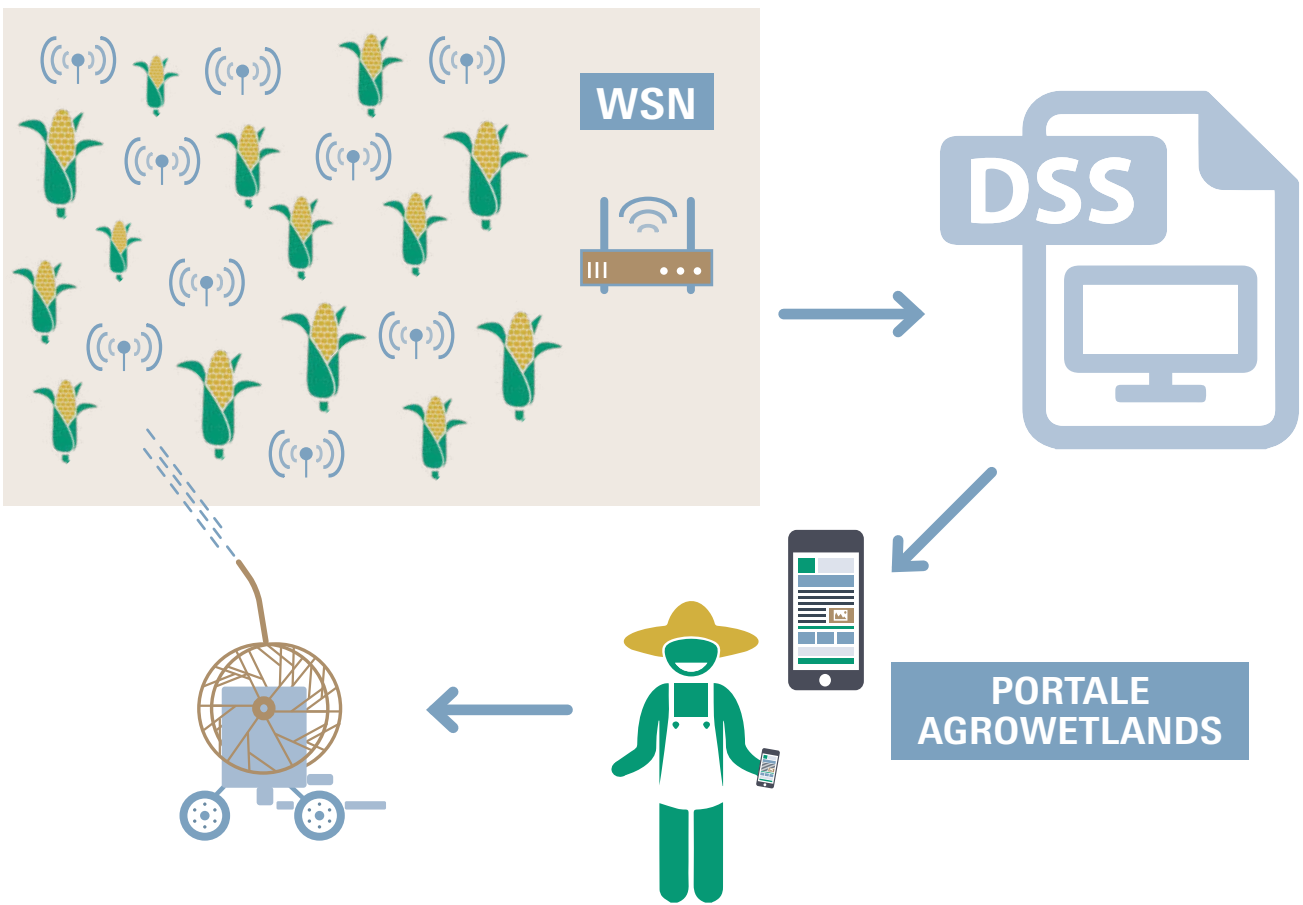


Figura 1: La struttura del sistema SMART AGROWETLANDS

Il sistema **Smart AGROWETLANDS** applica i principi dell'agricoltura di precisione alla gestione dell'irrigazione. Rispetto al sistema IRRINET/IRRIFRAME, i consigli irrigui vengono formulati sulla base di conoscenze di maggior dettaglio, per quanto riguarda i parametri che determinano le necessità idriche delle colture. La rete wireless di sensori (WSN) fornisce infatti informazioni su importanti parametri ambientali e rende conto dell'eterogeneità (ambientale) rilevabile alla scala di alcuni ha. Tale scala è congrua con le dimensioni medie degli appezzamenti presenti nel territorio dell'azienda in cui è stato messo a punto il sistema e su cui viene praticata una determinata coltura. Il sistema **Smart AGROWETLANDS**, inoltre, formula consigli irrigui considerando la salinità del suolo, delle acque di falda e di irrigazione.

I valori dei parametri ambientali importanti ai fini della formulazione di consigli irrigui, sono rilevati in continuo da sensori facenti parte di una **rete wireless (WSN - Wireless Sensor Network)**. I sensori della rete misurano parametri meteorologici, compresa l'energia solare incidente, necessaria per il calcolo dell'evapotraspirazione potenziale, l'umidità, la temperatura e la conducibilità elettrica del suolo, il livello, la temperatura e la conducibilità elettrica delle acque di falda, il livello, la temperatura e la conducibilità elettrica delle acque dei canali.

Il **DSS** elabora i consigli irrigui tenendo conto dei parametri ambientali rilevati dalla WSN, e di altre informazioni di tipo agronomico sulla coltura praticata ovvero, nello specifico, degli input richiesti dal modello AquaCrop (Steduto et al., 2009).

Il **portale AGROWETLANDS**, ha una sezione appositamente dedicata agli agricoltori, di facile utilizzo, che comunica i consigli irrigui agli agricoltori autorizzati. Attraverso il portale l'utente agricoltore può colloquiare con il Sistema **SMART AGROWETLANDS** e utilizzare le opportunità offerte dal sistema a supporto dell'irrigazione di colture su suoli salini.

L'agricoltore riceve le indicazioni irrigue che derivano dall'elaborazione dei parametri rilevati dalla rete WSN nel proprio appezzamento, oltre ad altri parametri, tra cui parametri agronomici da lui stesso forniti (vedi capitolo 6), ed elaborati da parte del DSS. Sempre attraverso la sezione del portale **AGROWETLANDS** a lui dedicata, l'agricoltore può informarsi in dettaglio circa i valori assunti dai parametri utilizzati per elaborare il consiglio irriguo, o semplicemente, e anche indipendentemente dall'esecuzione di interventi irrigui, può informarsi circa i valori assunti dai parametri registrati dalla WSN, per una migliore conoscenza nel tempo, di cosa succede nel suo appezzamento.

1.2 - LA RETE WIRELESS DI SENSORI - WIRELESS SENSOR NETWORK (WSN)

La rete wireless di sensori installata nell'area di progetto consta di 23 nodi (figura 2), ciascuno dei quali integra diverse tipologie di sensori commerciali, variamente combinati nei 23 nodi, che registrano e trasmettono misure di parametri meteorologici, di parametri del suolo, delle acque di falda, delle acque superficiali dei canali. Complessivamente, i 23 nodi della rete ospitano 2 stazioni meteorologiche, 12 sensori di suolo, 9 sensori dell'acqua di falda in altrettanti piezometri, 11 sensori dell'acqua dei canali.



Figura 2 - I 23 nodi della WSN AGROWETLANDS nell'area di progetto. L'area è delimitata a nord dal fiume Reno, a sud dal fiume Lamone e si estende in longitudine per un tratto pari alla distanza tra l'abitato di S. Alberto (Ravenna) e l'abitato di Casalborsetti. I 9 nodi di tipo P, in colore azzurro, integrano un sensore per l'acqua di falda e un sensore per il suolo. I nodi P02 e P07 integrano anche una stazione meteorologica. Gli 11 nodi di tipo I, in colore blu, integrano, ciascuno, un sensore per l'acqua dei canali. I 3 nodi di tipo S, in colore rosso, integrano, ciascuno, un sensore di suolo.

I parametri meteorologici rilevati sono:

Temperatura (°C)
Precipitazioni cumulate (mm)
Radiazione solare incidente (W/m²)
Velocità del vento (km/h)
Umidità dell'aria (%)

I parametri rilevati per il suolo sono:

Umidità (%)
Temperatura (°C)
Conducibilità elettrica (dS/m)

I parametri rilevati per le acque di falda sono:

Livello (cm)
Temperatura (°C)
Conducibilità elettrica (dS/m)

I parametri rilevati per le acque dei canali sono:

Livello (cm)
Temperatura (°C)
Conducibilità elettrica (dS/m)

1.3 - IL SISTEMA DI SUPPORTO ALLE DECISIONI - *DECISION SUPPORT SYSTEM (DSS)*

Il Sistema di Supporto alle Decisioni (DSS) messo a punto dal progetto, è basato sul modello AquaCrop della FAO (Raes et al., 2009; Steduto et al., 2009), che consente di descrivere lo sviluppo delle principali

colture da pieno campo, dalla semina al raccolto, e di valutarne le esigenze idriche in funzione dello sviluppo raggiunto, una volta che siano noti i parametri che definiscono il bilancio idrico, e di prevedere l'accumulo eventuale di sali nel suolo (figura 3). Il DSS può quindi essere usato per i suggerimenti irrigui negli appezzamenti registrati nel sistema, avendo informato il sistema stesso della coltura in atto e della

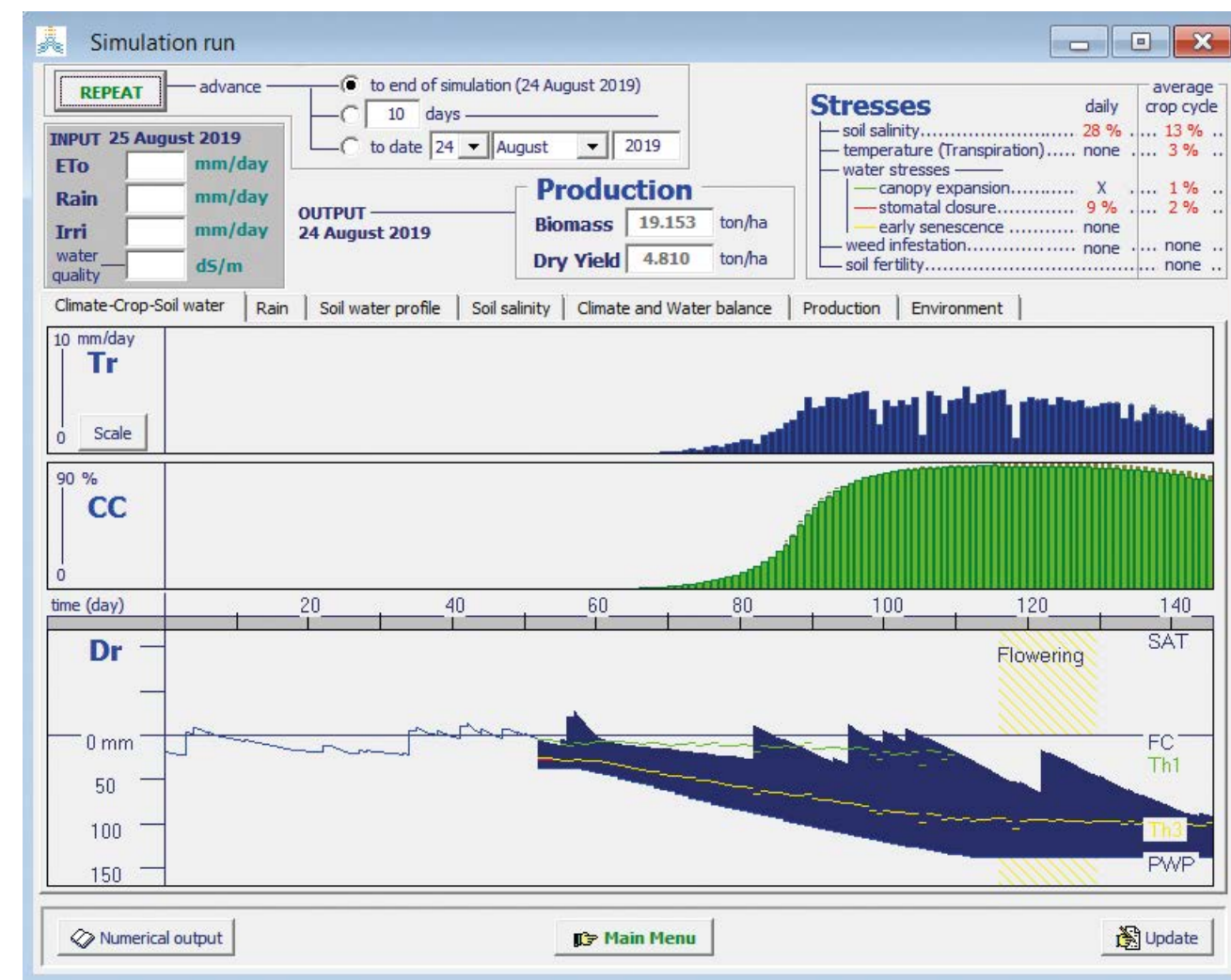


Figura 3 -Rappresentazione nel tempo degli eventi agro-idrologici nel campo sperimentale 2019, ottenuta con il modello AquaCrop, alla data del 24 agosto 2019 per una coltura di Mais. Vengono indicati la produzione e gli stress subiti dalla coltura. Tr rappresenta la traspirazione della coltura, proporzionale al rateo di crescita della biomassa. CC è la canopy cover, definita come la percentuale di copertura della coltura sul suolo. Dr rappresenta il contenuto d'acqua nel suolo, considerata nelle sue diverse forme. In particolare, FC (Field Capacity) è la capacità di campo, La linea, poi bordo superiore della fascia blu, rappresenta il contenuto d'acqua nel suolo, SAT è il contenuto a saturazione e PWP (Permanent Wilting Point) è il contenuto al punto di appassimento permanente. La fascia blu inizia alla semina e il suo bordo inferiore rappresenta la profondità delle radici. La linea gialla rappresenta il limite inferiore dell'acqua facilmente utilizzabile RAW (Readily Available Water), quella verde (Th1) il limite sopra il quale si ha un ridotto sviluppo delle foglie per eccesso d'acqua. Si può notare che, al raccolto, era stata utilizzata tutta l'acqua facilmente disponibile, dopo l'adacquata del 1 agosto, essendo stata sospesa l'irrigazione per eccesso di salinità dell'acqua irrigua.

varietà utilizzata, delle caratteristiche del suolo, delle irrigazioni praticate, delle condizioni meteorologiche pregresse e previste, del livello e della salinità (conducibilità elettrica) dell'acqua di falda -che per capillarità può risalire nei suoli agricoli-, della salinità dell'acqua irrigua. Tutti i parametri ambientali che variano nel corso della stagione colturale, provengono dalle registrazioni aggiornate fornite dalla WSN.

Il consiglio irriguo oltre a suggerire data e quantità della prossima irrigazione, fornisce anche una valutazione del contenuto d'acqua dei suoli e della sua salinità, quindi dell'urgenza di irrigare con acqua di qualità adeguata, del grado di sviluppo della coltura, della data del raccolto e della produzione prevista, incluso l'effetto riduttivo previsto della salinità. Il DSS può dunque essere utilizzato dagli agricoltori anche per fare previsioni sul raccolto finale (biomassa secca, stress da sale) man mano che si definisce lo sviluppo della coltura nel progredire della stagione colturale (figura 3).

Per ulteriori approfondimenti sul modello AquaCrop, si rimanda al sito FAO (<http://www.fao.org/aquacrop/en/>) e al complesso di 6 presentazioni, tratte da materiale FAO, preparate nell'ambito delle attività di *training* sul Sistema SMART AGROWETLANDS, previste dal progetto. Le presentazioni sono disponibili sul sito web www.lifeagrowetlands2.eu - sezione Documenti.

1.4 - IL PORTALE AGROWETLANDS

Il portale AGROWETLANDS rappresenta l'interfaccia utente nell'ambito del Sistema SMART AGROWETLANDS.

Il portale AGROWETLANDS, risiede su un sito web che:

- comunica i consigli irrigui
- mette a disposizione degli utenti autorizzati le

misure acquisite dai nodi *hardware* della WSN distribuiti nell'area di progetto.

Gli utenti hanno diversi ruoli e diversi livelli di accesso ai dati, in funzione del ruolo ricoperto.

Agricoltore (utente standard): utente che può solo consultare i dati sul portale web, limitatamente ai nodi assegnati al proprio/ai propri appezzamento/ appezzamenti. L'utente agricoltore deve però aggiornare, per ogni stagione colturale, le informazioni di tipo agronomico, comprese le irrigazioni eseguite, riguardanti gli appezzamenti che gli sono stati assegnati (vedi *Dashboard* Agricoltore).

Amministratore: ruolo assegnato a un unico utente. L'amministratore è responsabile della gestione della rete, ne può modificare le caratteristiche, come l'acquisizione e la trasmissione dei parametri temporali, inserire nuovi *account* per gli utenti agricoltori, modificare o eliminare *account* già esistenti, assegnare agli utenti agricoltori gli appezzamenti di competenza e i nodi che servono gli appezzamenti assegnati (vedi *Dashboard* Amministratore).

Root: ruolo assegnato agli sviluppatori di software, con funzionalità di *test* e *debug*. Tale ruolo non viene descritto in questo manuale, in quanto esula dagli scopi che il manuale si propone.

I dati cui gli utenti del portale AGROWETLANDS possono accedere sono disponibili come:

- **grafici** creati per un intervallo di tempo a scelta dell'utente, tramite un'interfaccia grafica.
- **file CSV**, scaricabili dal portale AGROWETLANDS ed elaborabili esternamente al portale, utilizzando ad esempio le funzionalità di Excel.
- **servizio API**, rende i dati rilevati dalla WSN AGROWETLANDS disponibili anche per applicazioni esterne, compresa l'integrazione IRRIFRAME/IRRINET, attraverso servizi gestiti da WINET s.r.l., su richiesta.

2. ACCESSO AL PORTALE AGROWETLANDS PER L'UTENTE AGRICOLTORE

Il portale AGROWETLANDS risiede sul dominio:

<http://winetsrl.serveftp.com:8889/index.php/login>

L'accesso alle funzioni del portale AGROWETLANDS per gli utenti agricoltori avviene tramite **login** (figura 4). All'utente agricoltore, preventivamente

autorizzato dall'Amministratore, viene richiesto di autenticarsi con le credenziali che gli sono state assegnate dall'Amministratore stesso, costituite da *username* e *password*. È disponibile una funzione di "recupero *password*".

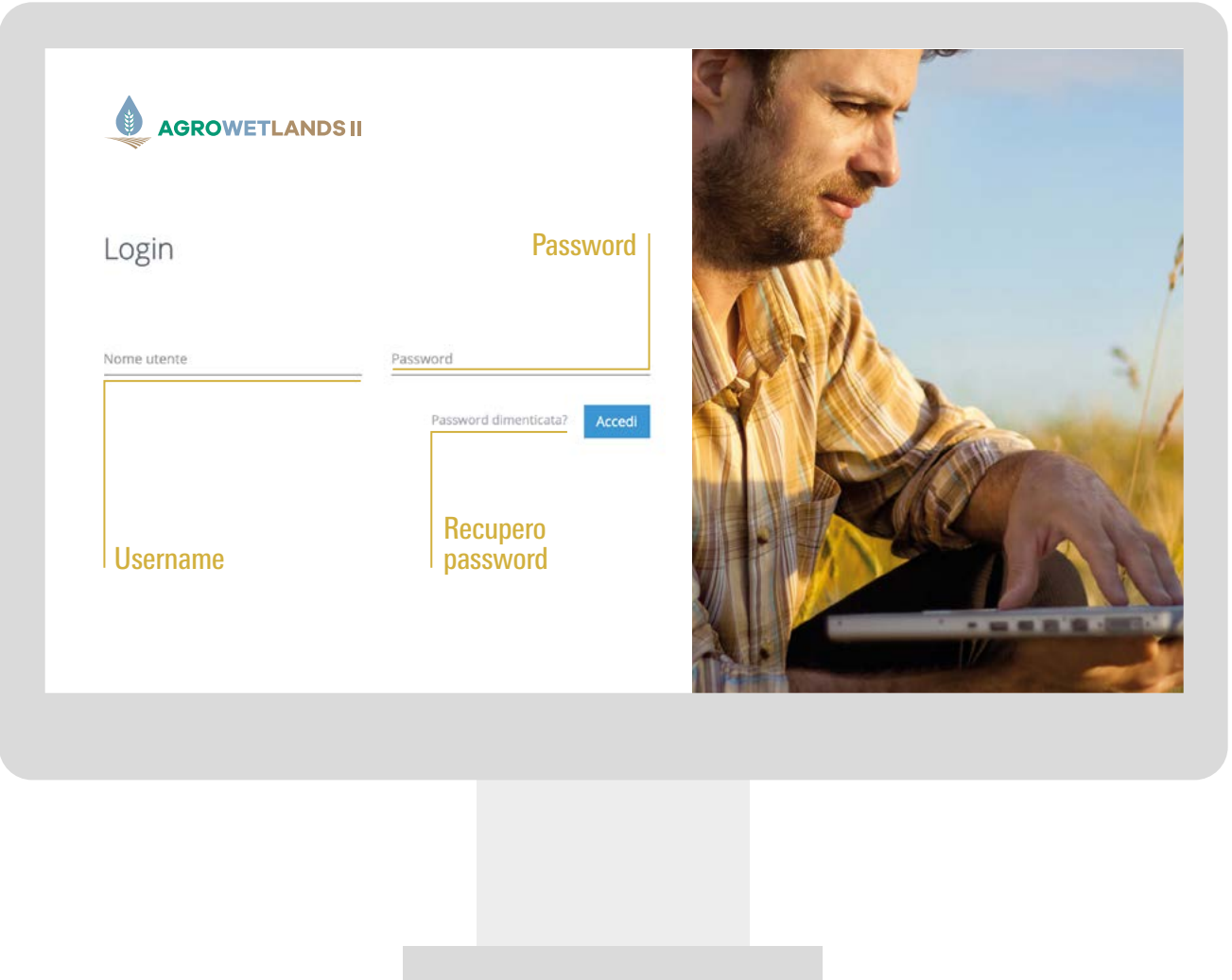


Figura 4 - La pagina di LOGIN del portale AGROWETLANDS

3. LE FUNZIONI DEL PORTALE AGROWETLANDS ACCESSIBILI ALL'UTENTE AGRICOLTORE

Completato il login, l'agricoltore è abilitato ad accedere alle funzioni del portale dedicate agli utenti agricoltori. All'agricoltore viene presentata la pagina del portale con la propria *dashboard*, dedicata all'appezzamento assegnato/agli appezzamenti assegnati dall'Amministratore (figura 5). Come indicato nella barra superiore di colore grigio scuro (figura 5), le funzioni del portale cui l'utente agricoltore può accedere, sono: **DASHBOARD** e **GRAFICI**.

3.1 - LA DASHBOARD DELL'UTENTE AGRICOLTORE

Tramite la *dashboard* del portale, l'agricoltore può colloquiare con il sistema SMART AGROWETLANDS, sia per fornire al sistema informazioni necessarie alla formulazione del consiglio irriguo, sia per ricevere dal sistema informazioni riguardanti: a) le misure effettuate dai nodi della WSN di competenza, b) le previsioni del tempo, c) i consigli irrigui.

La *dashboard* dell'utente agricoltore, consta di 12 diverse sezioni, identificate in figura 5 con numeri su campo verde. Di seguito vengono descritte in dettaglio le 12 sezioni.

1 Selezione degli appezzamenti - Tramite la sezione 1, l'agricoltore cui siano stati assegnati più appezzamenti, può selezionare e visualizzare uno alla volta i diversi appezzamenti che gli sono stati assegnati.

2 Mappa interattiva - Nella sezione 2, viene visualizzato l'appezzamento selezionato su un'immagine, tratta da Google Earth, che rappresenta

un'area più ampia, limitrofa all'appezzamento selezionato. L'appezzamento appare di colore verde in tutta la sua estensione. La mappa mostra anche, evidenziata con un segnalino di colore rosso, la posizione dei nodi della WSN che sono stati associati all'appezzamento. Cliccando sul segnalino che rappresenta il nodo WSN, si apre una finestra a scorrimento dove sono indicati i sensori presenti nel nodo e l'ultima lettura fatta per ciascuno di essi.

3 Dettagli appezzamento riguardanti la coltura - Nella sezione 3 sono riportate informazioni sulla coltura in atto, fornite dall'agricoltore, quali: varietà, anno, data di semina, temperatura di base, gradi-giorno alla fioritura, gradi-giorno al raccolto. Vedi anche sezione 11.

4 Ultima irrigazione - Nella sezione 4 sono riportate informazioni, fornite dall'agricoltore, sull'ultima irrigazione effettuata (data, quantità, conducibilità elettrica dell'acqua utilizzata). Vedi anche sezione 12.

5 Precipitazione odierna - Nella sezione 5 è indicata la quantità di pioggia cumulata (mm), nel giorno in cui l'agricoltore si collega al portale. Il dato viene aggiornato in tempo reale dalla stazione meteo associata all'appezzamento.

6 Temperatura dell'aria minima e massima odierna - Nella sezione 6 è indicata la temperatura minima e massima dell'aria (°C) per il giorno in cui l'agricoltore si collega al portale. Il dato viene aggiornato in tempo reale dalla stazione meteo associata all'appezzamento.

7 Evapotraspirazione della giornata precedente

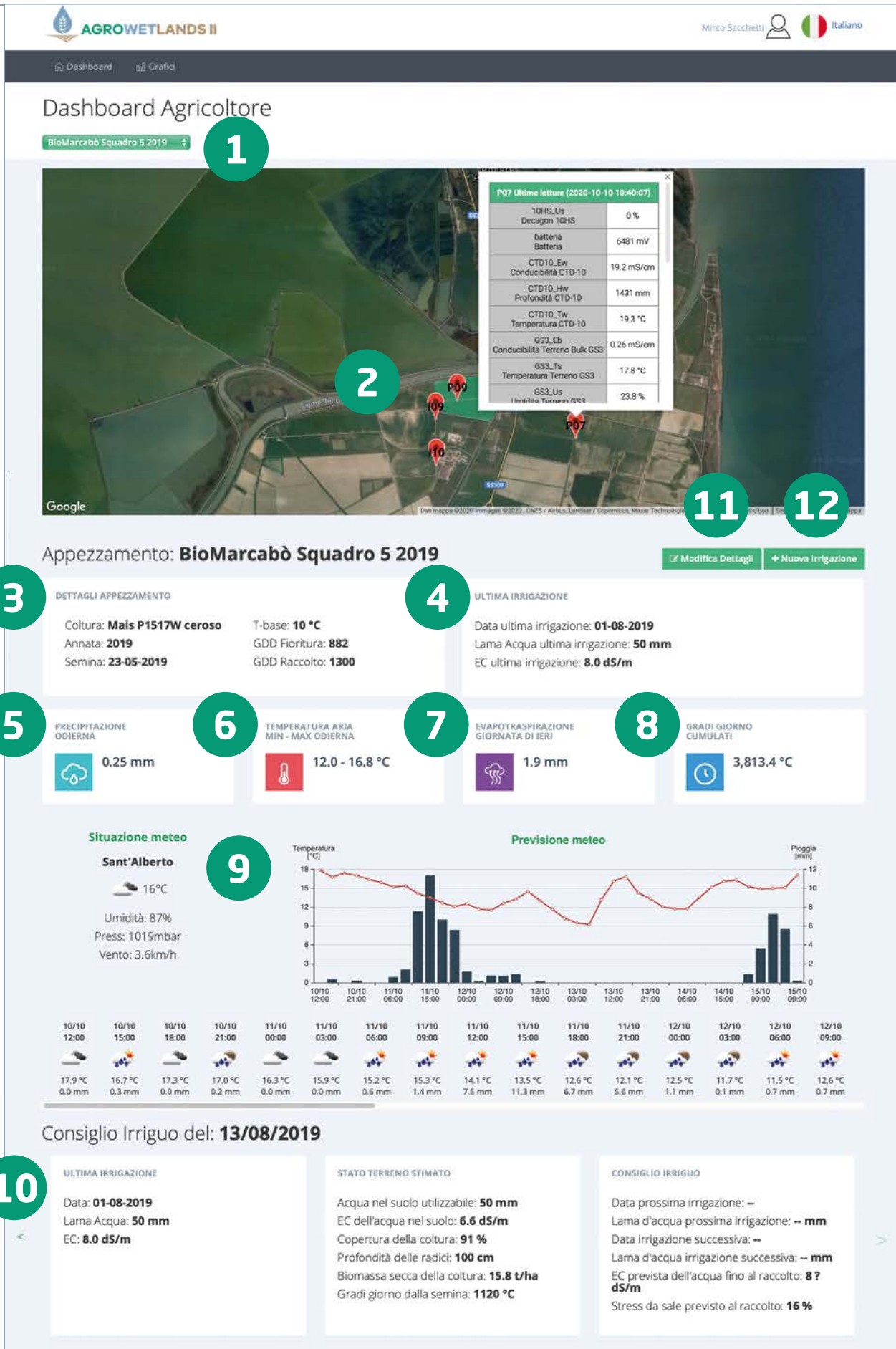


Figura 5 - La dashboard agricoltore e le diverse sezioni che la compongono.

te - Nella sezione 7 è indicata l'evapotraspirazione potenziale ET0 (mm), calcolata con la formula di Hargreaves, in base alle temperature massima e minima del giorno precedente rispetto a quello in cui l'agricoltore si collega al portale, misurate dalla stazione meteorologica associata all'appezzamento.

8 Gradi giorno cumulati - Nella sezione 8 sono indicati i gradi giorno cumulati a partire dalla data di semina, fino al giorno in cui l'agricoltore si collega al portale. I gradi giorno cumulati sono calcolati utilizzando le temperature medie giornaliere registrate dalla stazione meteo associata all'appezzamento.

9 Situazione e previsione meteo - Nella sezione 9 sono indicati i valori di alcuni parametri meteorologici rilevati nel giorno in cui il portale viene consultato (temperatura dell'aria, umidità relativa, pressione, velocità del vento) ottenuti per la stazione di S. Alberto (Ravenna) tramite il servizio gratuito OpenWeatherMap.org.

OpenWeatherMap fornisce inoltre un servizio di previsioni meteorologiche per un arco temporale di 5 giorni. I valori di temperatura e precipitazioni forniti dal servizio sono rappresentati sulla *dashboard* anche in forma grafica, mentre le previsioni meteorologiche generali sono rappresentate tramite icone, per il medesimo periodo.

10 Consiglio irriguo - Nella sezione 10 viene riportato l'ultimo consiglio irriguo fornito dal DSS. Il consiglio è datato e riporta, in tre riquadri distinti varie informazioni. Nel primo riquadro: data, quantità (mm) e conducibilità elettrica dell'ultima irrigazione effettuata. Nel secondo riquadro lo stato (stimato) del terreno, con indicazione della quantità di acqua presente nel terreno e facilmente utilizzabile dalla pianta (*Readily Available Water - RAW*), conducibilità elettrica dell'acqua nel suolo, copertura (%) della coltura sul suolo - *canopy cover*, profondità (stimata) delle radici, biomassa secca (stimata) della coltura, gradi giorno cumulati a

partire dalla semina. Le stime di alcuni dei parametri qui indicati, vengono fornite dal modello AquaCrop, utilizzato dal DSS. Nel terzo riquadro, infine, il nuovo consiglio irriguo, con indicazione della data della prossima irrigazione e della quantità di acqua da distribuire. Viene inoltre indicata la data dell'irrigazione successiva e la quantità di acqua da distribuire, la conducibilità elettrica prevista per l'acqua di irrigazione fino al raccolto, lo stress da sale previsto al raccolto. Le indicazioni riportate nel terzo riquadro, all'infuori della previsione sulla conducibilità elettrica dell'acqua di irrigazione, sono stime fornite dal modello AquaCrop. Nel corso della stagione 2019, i consigli irrigui sono stati forniti con periodicità bisettimanale, il martedì e il venerdì. Tale frequenza tiene conto del fatto che le previsioni meteo disponibili, che concorrono a determinare il consiglio irriguo, hanno un'attendibilità di 5 giorni. Inoltre, nel periodo estivo, l'evapotraspirazione giornaliera è di circa 5 mm/giorno. Nell'intervallo che intercorre tra due consigli irrigui consecutivi (3 giorni) il suolo, in assenza di precipitazioni, perde per evapotraspirazione circa 15 mm, equivalenti al 10% della RAW.

11 Modifica dettagli - Nella sezione 11, tramite il tasto corrispondente, l'agricoltore colloquia con il sistema SMART AGROWETLANDS, inserendo all'inizio della stagione colturale di ogni anno, le informazioni relative alla coltura praticata nella stagione in corso (varietà, temperatura base, gradi giorno per arrivare alla fioritura e al raccolto).

12 Nuova irrigazione - nella sezione 12, tramite il tasto corrispondente, l'agricoltore colloquia con il sistema SMART AGROWETLANDS, aggiornando, nel corso della stagione colturale, le informazioni sull'ultima irrigazione praticata. Queste informazioni sono un elemento importante per descrivere nel corso della stagione colturale, tramite il modello AquaCrop del DSS, l'evoluzione della disponibilità di acqua nel terreno e formulare i successivi consigli irrigui.

3.2 - I GRAFICI PER L'UTENTE AGRICOLTORE

L'utente agricoltore, accedendo alla pagina "Grafici", può visualizzare graficamente le rilevazioni fatte dai sensori presenti nei nodi di competenza del proprio appezzamento.

I grafici vengono creati tramite un'interfaccia grafica di facile utilizzo. Le specifiche per la realizzazione del grafico vengono definite in maniera interattiva dall'utente agricoltore (figura 6).

L'intervallo temporale viene definito tramite le due finestre "DA" e "A" posizionate in alto a sinistra (da... giorno/mese/anno – a ... giorno/mese/anno). Il tipo

di grafico (a linea continua, o a colonne) viene scelto utilizzando le piccole icone situate in alto a destra rispetto al campo del grafico. I dati con cui è stato creato il grafico possono essere scaricati su un file esterno, di tipo CSV, rielaborabile con i più comuni programmi di analisi statistiche. L'appezzamento, il nodo e il sensore vengono scelti dai tre menu a tendina posizionati a destra del grafico. L'utente agricoltore può creare grafici relativi ai soli appezzamenti, nodi e sensori che gli sono stati assegnati.

È possibile creare grafici a variabile singola e a più variabili (pulsante verde "Nuovo Grafico").

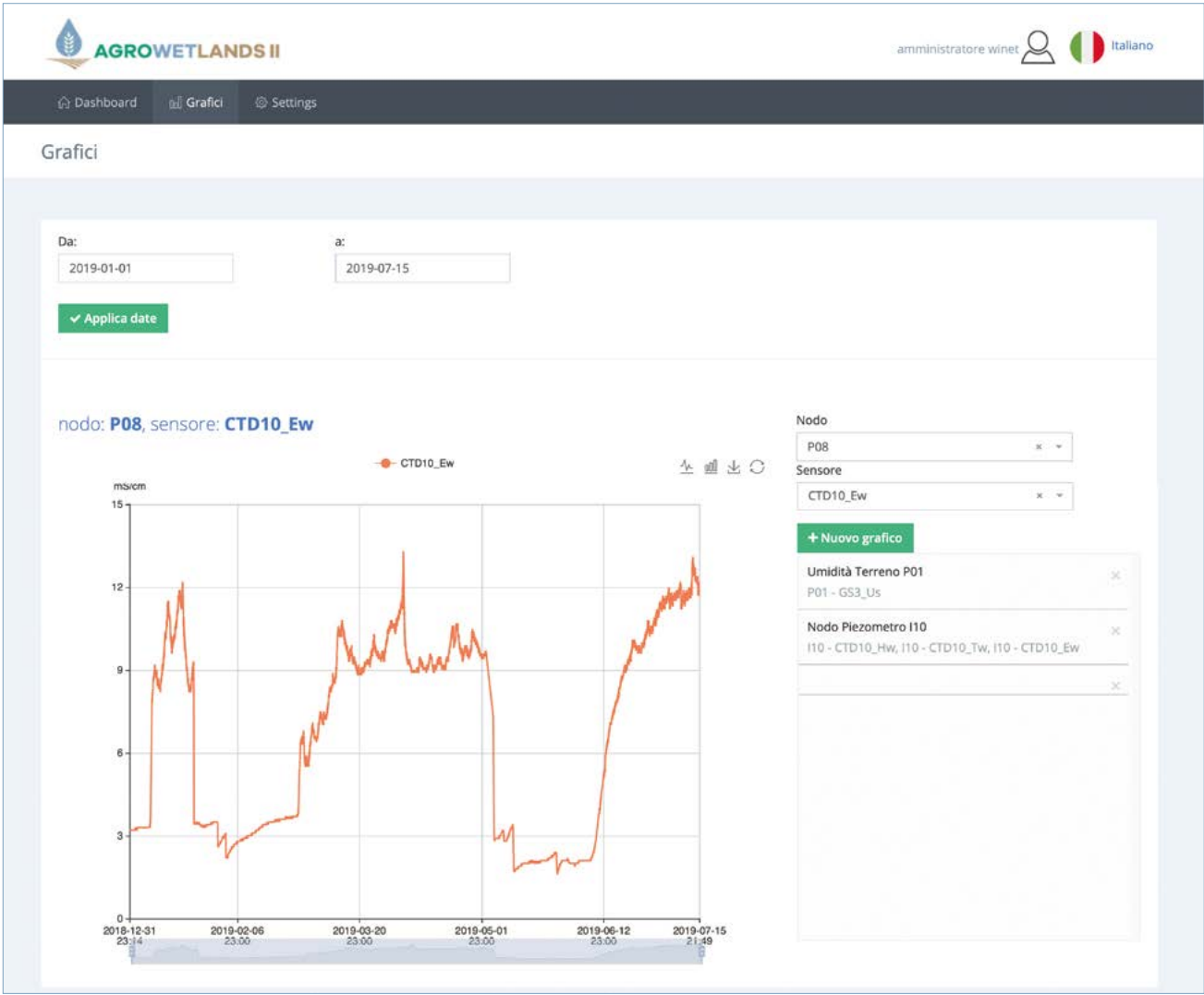


Figura 6 - Esempio di grafico realizzato con l'interfaccia grafica del portale AGROWETLANDS. Viene rappresentato l'andamento della conducibilità elettrica dell'acqua di falda (Ew) misurata dal sensore CTD10, collocato nel piezometro P08, per il periodo dall'1 gennaio 2019 al 15 luglio dello stesso anno.

4. ACCESSO AL PORTALE AGROWETLANDS PER L'UTENTE AMMINISTRATORE

L'accesso alle funzioni del portale AGROWETLANDS per l'utente amministratore avviene tramite login, in maniera del tutto analoga a quanto visto per l'utente agricoltore. All'utente preventivamente autorizzato a svolgere il ruolo di amministratore, viene richiesto di

autenticarsi con le credenziali da amministratore che gli sono state assegnate, costituite da *username* e *password*. Le credenziali assegnate all'amministratore consentono di riconoscere, al momento del login, che l'utente può accedere alle funzioni riservate all'amministratore.

5. LE FUNZIONI DEL PORTALE AGROWETLANDS ACCESSIBILI ALL'UTENTE AMMINISTRATORE

Completato il login, l'amministratore è abilitato ad accedere alle funzioni del portale AGROWETLANDS riservate all'utente amministratore. All'amministratore viene quindi presentata la pagina del portale con la propria *dashboard*, dedicata a tutti gli appezzamenti inseriti nel sistema SMART AGROWETLANDS (figura 7). Come indicato nella barra superiore di colore grigio scuro (figura 7), le funzioni del portale cui l'utente amministratore può accedere, sono: **DASHBOARD**, **GRAFICI** e **SETTING**.

5.1 - LA DASHBOARD DELL'UTENTE AMMINISTRATORE

La *dashboard* dell'utente amministratore è rappresentata in figura 7. Si compone di 2 sezioni, descritte in dettaglio qui di seguito.

1 Mappa interattiva - Nella sezione 1 della *dashboard* amministratore è rappresentata su immagine da Google Earth la mappa generale del territorio su cui è installata la WSN, e la posizione dei 23 nodi facenti parte della WSN. Gli appezzamenti dei diversi agricoltori inseriti nel sistema SMART AGROWETLANDS sono evidenziati con colore pie-

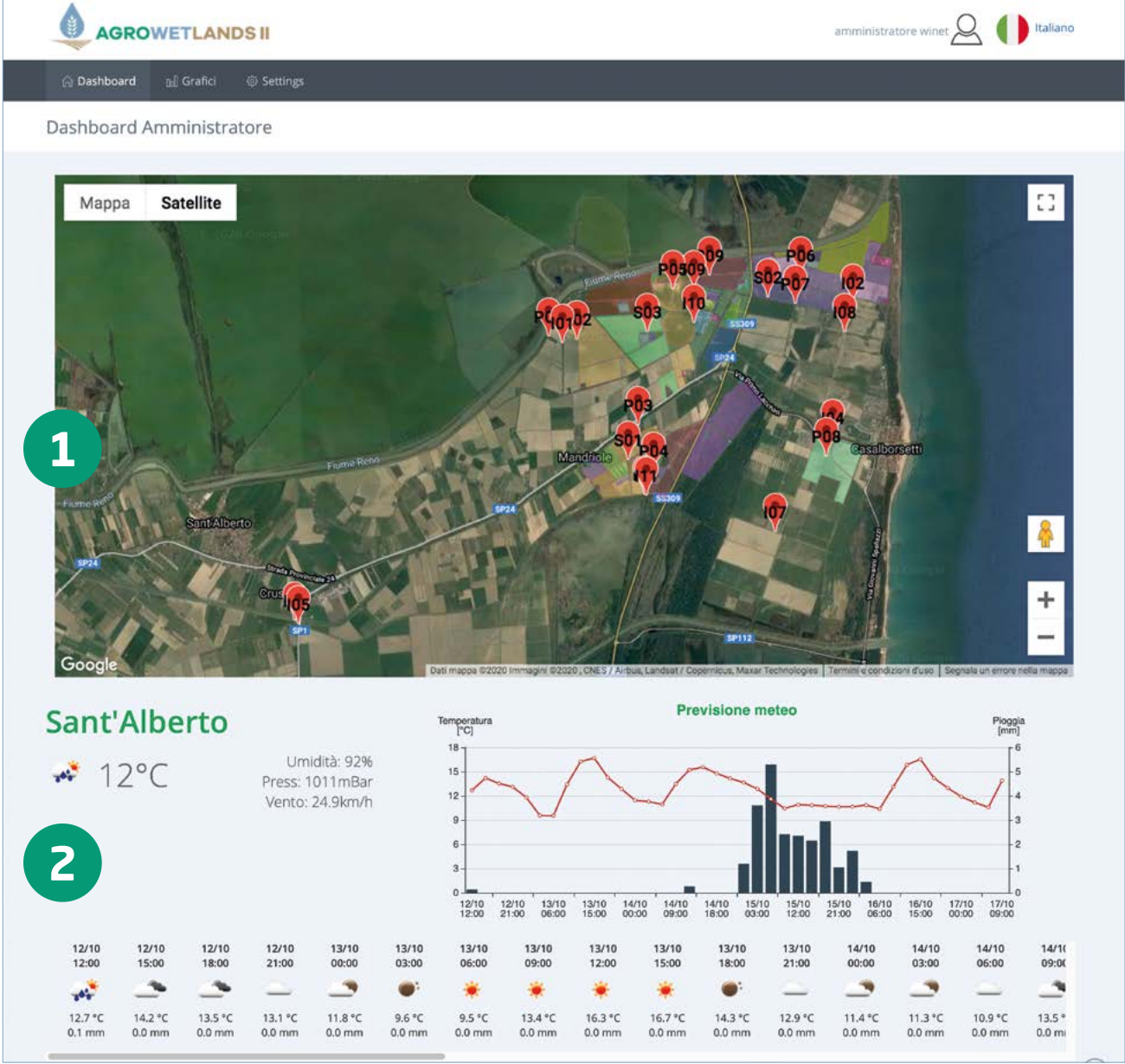


Figura 7 - La dashboard dell'utente amministratore.

no, utilizzando colori diversi. Cliccando sui segna-
lini di colore rosso, che rappresentano ciascuno
un nodo WSN, si apre una finestra a scorrimento,
dove sono indicati i sensori presenti nel nodo e
l'ultima lettura fatta per ciascuno di essi. L'ammi-
nistratore ha quindi una visione totale di tutta la
WSN e di tutti gli appezzamenti inseriti nel sistema
SMART AGROWETLANDS.

2 Situazione e previsione meteo - La sezione 2
della *dashboard* amministratore, è strutturata come
la sezione 9 della *dashboard* agricoltore (vedi para-
grafo 3.1 - La *dashboard* dell'utente agricoltore).

5.2 - I GRAFICI DELL'UTENTE AMMINISTRATORE

Si rimanda a quanto già descritto al paragrafo 3.2 per l'utente agricoltore, con la sola precisazione che l'utente amministratore non ha limitazioni per quanto riguarda l'accesso ad appezzamenti/nodi/sensori, ma ha a disposizione, per realizzare dei grafici, tutti gli appezzamenti inseriti sul portale AGROWETLANDS e tutti i nodi e sensori dell'intera WSN.

5.3 - IL MENU SETTINGS DELL'UTENTE AMMINISTRATORE

Al menu *Settings*, che consente di impostare la gestione del portale AGROWETLANDS, può accedere solo l'utente amministratore. Il menu *Settings* è organizzato su tre pagine: 1) Utenti, 2) Gestione appezzamenti, 3) Impostazione della rete, dei nodi e dei sensori.

5.3.1 - Pagina "Utenti"

La pagina "Utenti", prima pagina del menu *Settings*, contiene i nomi e gli identificativi di tutti gli utenti iscritti al portale AGROWETLANDS (figura 8). Di ogni utente è indicato il nome, cognome, il nome utente e il ruolo ad esso assegnato per il portale AGROWETLANDS. Con i pulsanti "Stato" e "Azioni" è possibile effettuare modifiche sulla lista utenti e relative caratteristiche.

La lista degli utenti è aperta a nuovi ingressi e l'inserimento di nuovi utenti avviene tramite la funzione "Nuovo Utente", attivata dal tasto verde.

5.3.2 - Pagina "Gestione Appezzamenti"

La pagina "Gestione Appezzamenti", seconda pagina del menu *Settings*, presenta una mappa interattiva e un riquadro ad essa sottostante (figura 9). Sulla mappa interattiva sono rappresentate le diver-

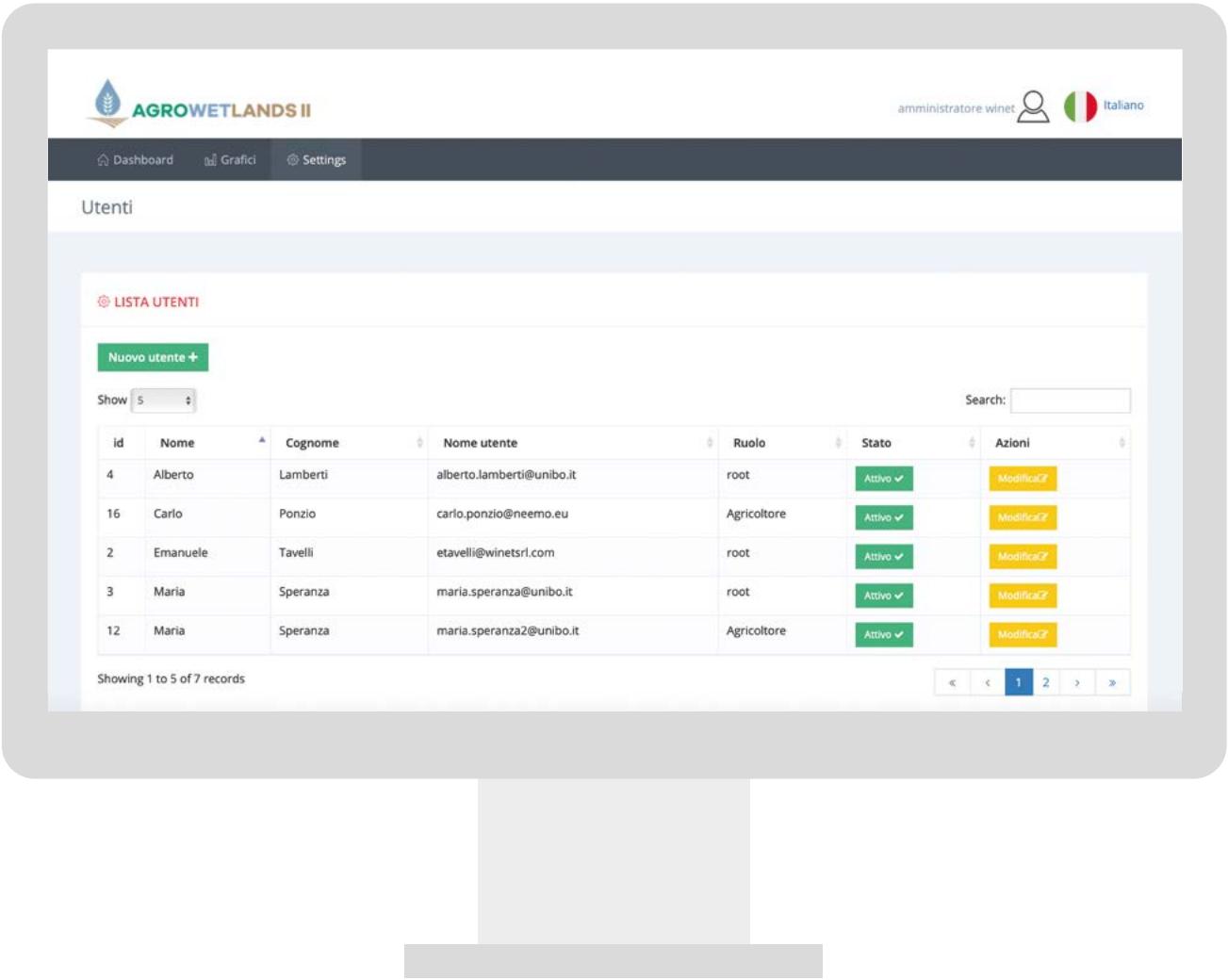


Figura 8 - La pagina "Utenti" del portale AGROWETLANDS

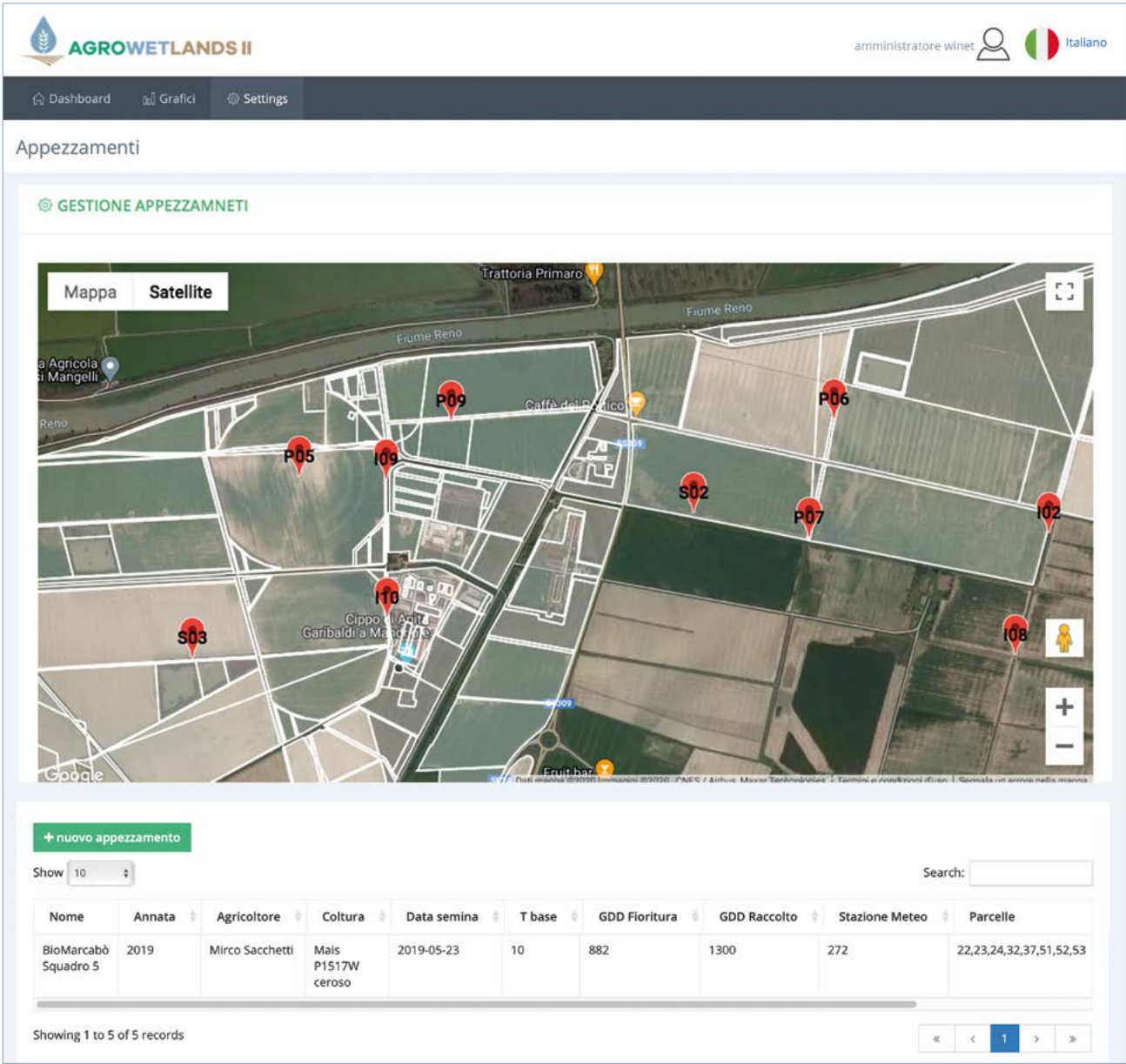


Figura 9 - La pagina "Gestione Appezzamenti" del menu Settings

se parcelle catastali (contorno bianco) di proprietà dell'azienda Agrisfera, mappate tramite GPS e registrate nel data base dell'azienda. Attraverso la funzione *Settings* ----> *Fields*, l'amministratore seleziona le parcelle da raggruppare in un determinato appezzamento. Il riquadro sottostante alla mappa interattiva mostra l'elenco degli appezzamenti creati dall'amministratore e alcune loro caratteristiche. Nell'esempio di figura 9 l'amministratore ha creato l'appezzamento di nome BioMarcabò

Squadro 5, per l'annata 2019, gestito dall'agricoltore Mirco Sacchetti, dove viene coltivato mais della varietà P1517W ceroso, seminato il 23 maggio 2019, la cui temperatura di base è di 10 °C, i gradi giorno per la fioritura sono 882 °C, i gradi giorno per il raccolto sono 1300 °C. All'appezzamento è abbinata la stazione meteorologica della WSN (identificata con la sigla 272), mentre le parcelle catastali che vengono aggregate nell'appezzamento che è stato creato, sono le parcelle n. 22, 23, 24, 32, 37, 51, 52, 53.

Sulla mappa interattiva sono rappresentati anche i nodi della WSN, indicati con segnalini rossi. Nella fase di definizione di un appezzamento, l'utente amministratore seleziona anche i nodi della WSN che vanno abbinati a quell'appezzamento. Il criterio con cui vengono scelti i nodi si basa sulla vicinanza dei nodi stessi all'appezzamento (i nodi più vicini), in modo tale da comprendere sempre un nodo in cui è presente una stazione meteorologica, almeno un nodo con un sensore per l'acqua di falda, almeno un nodo con un sensore per l'acqua dei canali, almeno un nodo con un sensore per il suolo. I sensori presenti nei nodi selezionati, forniranno al DSS le informazioni necessarie per la formulazione dei consigli irrigui per quell'appezzamento.

sono il tempo di trasmissione e il tempo di campionamento. Il tempo di trasmissione deve essere un multiplo del tempo di campionamento. Nell'immagine il tempo di trasmissione è di 60 minuti, il tempo di campionamento è di 15 minuti. Questo significa che il sensore registra le misure ogni 15 minuti, e che ogni 60 minuti trasmette al nodo coordinatore tutte le misure fatte nell'intervallo di 60 minuti.

Tramite il riquadro inferiore di figura 10, l'amministratore può effettuare modifiche sulla configurazione dei sensori. Sulla mappa interattiva è rappresentata la localizzazione dei nodi della WSN. Cliccando su un nodo, vengono visualizzati a fianco della mappa interattiva, i sensori presenti in quel nodo e i parametri misurati da ciascun sensore (id - nome - tipologia). Cliccando sul pulsante giallo "Modifica", l'utente amministratore può modificare gli attributi "id", "nome" e "tipologia" del sensore selezionato. Altra modifica possibile è la visibilità di un sensore. È possibile consentire la visualizzazione di un sensore agli utenti classificati come "Agricoltori" o limitarne la visibilità a "Solo amministratore e ricercatori", rendendolo quindi non visibile agli utenti definiti come "Agricoltori".

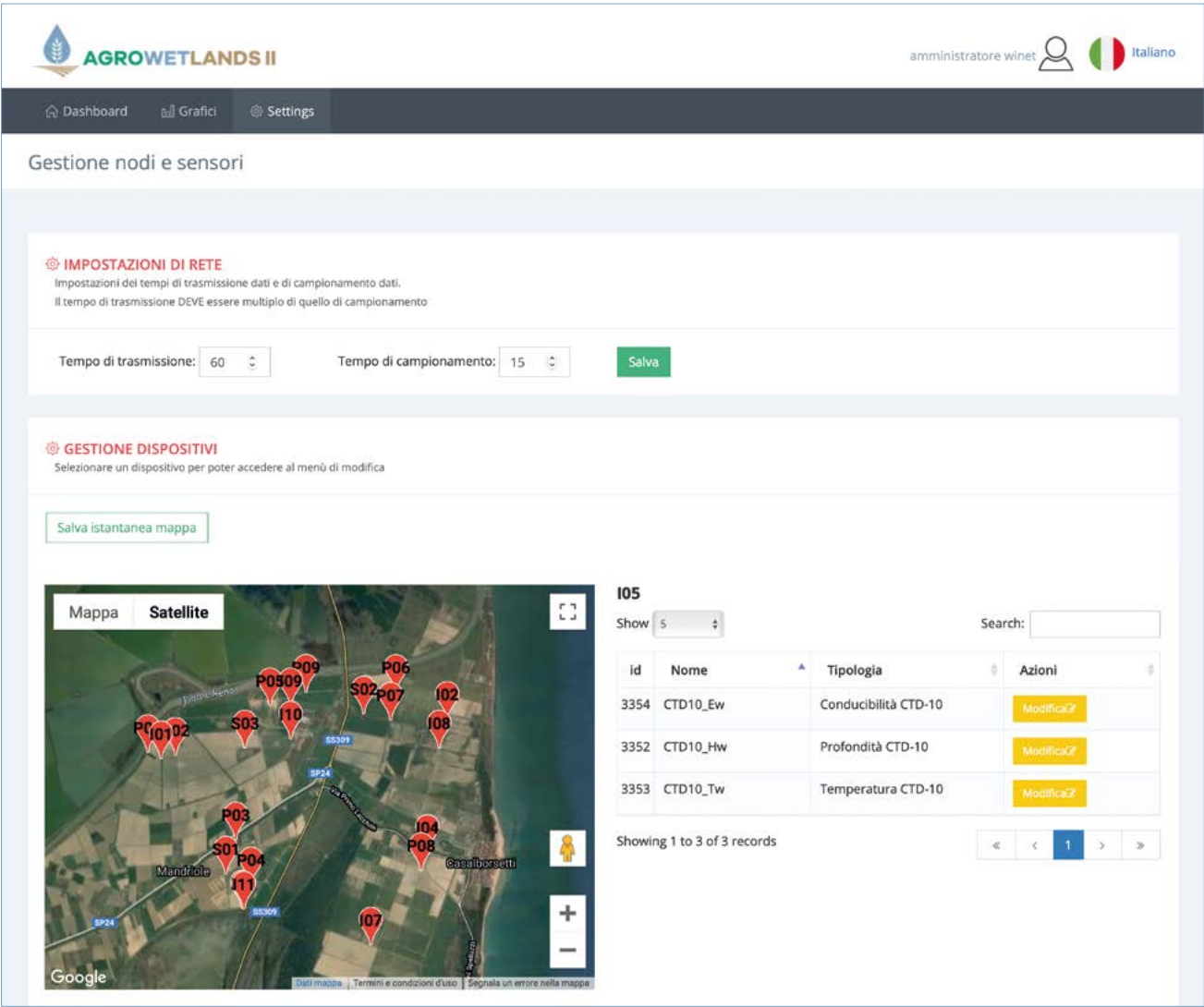


Figura 10 - La pagina "Impostazione della rete, dei nodi e dei sensori" del menu Settings

6. L'AGRICOLTORE E LA FORMULAZIONE DEL CONSIGLIO IRRIGUO

6.1 - RUOLO DELL'UTENTE AGRICOLTORE

L'utente agricoltore del Sistema SMART AGROWETLANDS e del portale AGROWETLANDS è coinvolto nella formulazione dei consigli irrigui. Tale coinvolgimento riguarda la fornitura di alcune informazioni sulla coltura praticata e l'aggiornamento delle informazioni sulle irrigazioni eseguite (vedi 3.1).

Le informazioni fornite dall'utente agricoltore confluiscono in un insieme più ampio di informazioni che, complessivamente, rappresentano l'input richiesto dal modello AquaCrop per la formulazione dei consigli irrigui.

6.2 - LE INFORMAZIONI DI INPUT RICHIESTE DA AQUACROP

Non è necessario che l'utente agricoltore sappia intervenire direttamente sul DSS e sul modello che ne è alla base. Può comunque essere utile possedere alcune semplici nozioni di base sul funzionamento del sistema di cui l'agricoltore usufruisce.

Qui di seguito un elenco dei parametri richiesti da AquaCrop come input (figura 11).

1. Caratterizzazione Meteorologica

Tutti i dati richiesti sono forniti dalle due stazioni meteo della rete WSN. In fase di definizione dell'appezzamento, l'amministratore assegna ad ogni appezzamento la stazione meteorologica più vicina all'appezzamento stesso. I parametri utili per AquaCrop e il DSS, sono:

- Temperatura massima e minima giornaliera (°C). Sono necessarie per valutare il progressivo accumulo di gradi-giorno, utilizzati per valutare il tempo necessario per giungere alla fioritura e alla maturazione finale e misurare in generale la durata delle fasi fenologiche.
- Umidità dell'aria, minima e massima giornaliera.
- Vento sfilato giornaliero.
- Radiazione solare incidente giornaliera.
- Precipitazione cumulata giornaliera.

2. Caratterizzazione del Terreno

I valori dei parametri utilizzati per caratterizzare il terreno vengono forniti ad Aquacrop per strati di spessore variabile, in funzione delle informazioni disponibili, per ciascuno dei quali viene indicato:

- Il contenuto d'acqua nel terreno al Punto di Appassimento Permanente (PWP – Permanent Wilting Point), (tensione dell'acqua nel suolo 15 bar)
- Il contenuto di acqua nel terreno alla Capacità di Campo (FC - Field Capacity) (tensione dell'acqua nel suolo 33 mb)
- Il contenuto di acqua nel terreno a saturazione,
- nonché la permeabilità del terreno in queste condizioni.

I valori assunti da questi parametri vengono definiti con *software* appositi, in funzione della tessitura (composizione percentuale in sabbia, limo

e argilla), del contenuto in sostanza organica e della compattazione o densità apparente del terreno in corrispondenza dei vari strati.

3. Caratterizzazione della Falda

I parametri richiesti come input per la caratterizzazione della falda sono il livello sotto il piano campagna e la salinità (conducibilità elettrica) dell'acqua. I valori assunti da tali parametri sono forniti dal sensore posto nel piezometro della WSN assegnato all'appezzamento.

4. Caratterizzazioni della Coltura

le informazioni richieste per caratterizzare la coltura sono:

- La durata della fase vegetativa
- La massima copertura raggiunta all'inizio della fase riproduttiva.
- L'inizio della senescenza e della maturazione del raccolto.

Questi dati vengono in genere forniti dal rivenditore della semente e trasmessi al sistema dall'agricoltore.

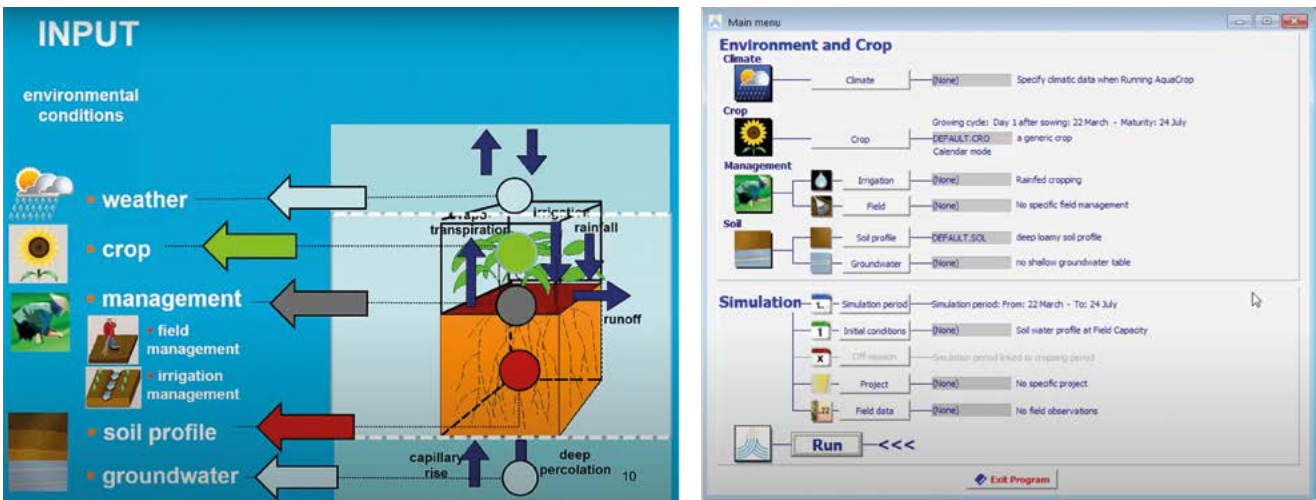


Figura 11 - I parametri di input richiesti da AquaCrop (a sinistra) e la pagina del software AquaCrop per l'inserimento di tali parametri (a destra).

7. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Cipolla S. S., Maglionico M., Masina M., Lamberti A., Daprà I., 2019 - Real time monitoring of water quality in an agricultural area with salinity problems. *Environmental Engineering and Management Journal*, 18(10): 2229-2240.

Foster T. , Brozović N., Butler A.P., Neale C.M.U., Raes D., Steduto P., Fereres E., Hsiao T.C., 2017 - AquaCrop-OS: An open source version of FAO's crop water productivity model. *Agricultural Water Management*, 181: 18-22.

Masina M., Calone R., Barbanti L., Mazzotti C., Lamberti A., Speranza M., 2019 - Smart water and soil salinity management in agro-wetlands. *Environmental Engineering and Management Journal*, 18(10): 2273-2285.

Masina M., Lamberti A., Speranza M., 2020 - Irrigazione smart per suoli salini. Terra e Vita, 16: 48-50.
<https://terraevita.edagricole.it/nova/nova-irrigazione/irrigazione-smart-per-i-suoli-salini/>

Raes D., Steduto P., Hsiao T. C., Fereres E., 2009 - AquaCrop—The FAO crop model to simulate yield response to water: II. Main algorithms and software description. *Agronomy Journal*, 101(3): 438–447.

Speranza M., Tavelli E., Mazzotti C., Pietrobon P., Lamberti A., 2020 - Reti wireless di sensori in agricoltura. *Ecoscienza*, 2: 32-34.

Steduto P., Hsiao T. C., Raes D., Fereres E., 2009 - AquaCrop - The FAO crop model to simulate yield response to water: I. Concepts and underlying principles. *Agronomy Journal*, 101(3): 426–437.

Steduto P., Hsiao T. C., Fereres E., Raes D., 2012 - Crop yield response to water. FAO Irrigation and Drainage Paper N. 66. Roma, Italia.



www.lifeagrowetlands2.eu



PROJECT COORDINATOR



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

PROJECT PARTNERS



COLLABORATORS FOR REPLICABILITY IN SPAIN



www.lifeagrowetlands2.eu