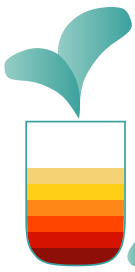




Università
di Catania



A.C.Q.  A. 2
0

AGRUMICOLTURA CONSAPEVOLE
DELLA QUALITÀ ED USO DELL'ACQUA

RISULTATI DEL PROGETTO
PROJECT RESULTS

Il progetto

Il Progetto A.C.Q.U.A. 2 – Agrumicoltura Consapevole della Qualità ed Uso dell'Acqua – seconda edizione, ha avuto la finalità di approfondire le possibilità offerte dalle moderne tecnologie per migliorare la gestione dell'acqua in agrumicoltura. Il progetto, prosecuzione della precedente edizione (A.C.Q.U.A.), è stato sviluppato dal Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura dell'Università di Catania (DICAR) e dal Distretto Produttivo Agrumi di Sicilia, con il contributo non condizionato di The Coca-Cola Foundation.

In particolare, A.C.Q.U.A. 2 ha avuto i seguenti obiettivi:

- Promuovere l'uso sostenibile delle risorse idriche nella catena di produzione degli agrumi;
- Esplorare le potenzialità di utilizzo di sensori e droni come supporto all'irrigazione;
- Migliorare la conoscenza della filiera agrumicola e diffondere l'uso di tecnologie innovative di monitoraggio e di tracciatura della sostenibilità (blockchain).

The project

The Project "Sustainable water use in the citrus production chain 2" – a.k.a. A.C.Q.U.A. 2, investigated the potential advantages offered by modern technologies in improving water management in citrus orchards. The project, capitalizing on the previous edition (A.C.Q.U.A.), was carried out by the Department of Civil Engineering and Architecture of the University of Catania (DICAR) and by the Citrus Production District of Sicily, with the unconditional contribution of The Coca-Cola Foundation.

In particular, A.C.Q.U.A. 2 had the following main purposes:

- *Promote the sustainable use of water resources in the citrus production chain*
- *Explore the potential advantages of using sensors and drones to support irrigation*
- *Improve knowledge of the citrus supply chain and spread the use of innovative technologies for monitoring and for tracking sustainability (blockchain).*

Utilizzo di sensori di campo per una efficiente gestione dell'irrigazione

L'attività ha permesso di valutare alcune delle potenzialità offerte dall'uso di sensori di monitoraggio delle variabili idrologiche ai fini del miglioramento della gestione dell'irrigazione in agrumicoltura.

La sperimentazione ha previsto l'installazione di sensori in 6 aziende associate al Distretto Produttivo Agrumi di Sicilia preliminarmente selezionate in modo da rappresentare le diverse condizioni strutturali dell'agrumicoltura siciliana. Sono state individuate aziende ubicate nei diversi comprensori agrumicoli più importanti e negli areali IGP e DOP. Si è operato sia in aziende a

Use of field sensors for efficient irrigation management

The activity aimed at assessing the potential advantages offered by the use of sensors for monitoring hydrological variables in improving irrigation management in citrus orchards. The experimentation envisaged the installation of sensors in 6 companies associated with the Citrus Production District of Sicily, preliminarily selected in order to represent the different structural conditions of Sicilian citrus growing. Companies located in the various most important citrus-growing districts and in the PGI and PDO areas have been identified. Work was carried out in both "organic" and "integrated" farms.



Sensori per il monitoraggio in campo delle condizioni atmosferiche e idrologiche a lettura automatica (a sinistra) e a lettura manuale (a destra).

Sensors for monitoring atmospheric and hydrologic variables on the field. Automatic (left) and manual (right) system.

conduzione “biologica” che “integrata”.

In 5 aziende sono state installate stazioni meteo complete di sensori per il monitoraggio sia delle principali variabili atmosferiche (direzione e velocità del vento, temperatura, pioggia, radiazione solare, etc.), sia delle condizioni di umidità del suolo. Le misure del primo tipo consentono una stima del fabbisogno idrico teorico delle piante essenzialmente tramite il calcolo dell'evapotraspirazione potenziale. I sensori di umidità del terreno rilevano le variazioni del contenuto idrico del terreno tramite la misura del potenziale idrico e consentono pertanto di monitorare la disponibilità di acqua per gli apparati radicali. I dati rilevati forniscono all'agricoltore indicazioni estremamente utili sulla corretta gestione della tecnica irrigua e in particolare sulla scelta del momento in cui irrigare e sui volumi di acqua da erogare.

In particolare nelle diverse condizioni operative si è cercato di individuare un valore “soglia” del potenziale idrico rilevato dai sensori al cui raggiungimento si rende necessario un intervento irriguo. Ovviamente la lettura dei dati va integrata con attente osservazioni di campo, con l'esperienza dell'agricoltore e con la conoscenza delle specifiche condizioni operative.

I dati rilevati sono disponibili alle aziende, con aggiornamento orario, tramite applicativo su smartphone o computer connesso a Internet. La sesta azienda coinvolta nelle installazioni è stata quella di Palazzelli, del CREA-OFA. In questa

In particular, complete systems of sensors relating to both important atmospheric variables (wind direction and speed, temperature, rain, solar radiation, etc.) and soil humidity conditions were installed in 5 companies.

Measurements of the first type allow an estimate of the theoretical water requirement of the plants essentially through the calculation of the potential evapotranspiration. Soil moisture sensors detect changes in the water content of the soil by measuring the water potential and thus allow you to monitor the availability of water for the root systems. The data collected provide the farmer with extremely useful information on the correct management of irrigation and in particular on the choice of the moment in which to irrigate and on the volumes of water to be supplied.

In particular, in the various operating conditions, an attempt has been made to identify a "threshold" value of the water potential detected by the sensors, upon reaching which an irrigation intervention is necessary. Obviously, the reading of the data must be integrated with careful field observations, with the farmer's experience and with knowledge of the specific operating conditions.

The information collected is available to companies, with hourly updates, via an application on a smartphone or computer connected to the Internet. The sixth company involved in the installations was the experimental field of Palazzelli, from CREA-OFA. Manual reading humidity sensors were installed in this one, with the same technical characteristics as the sensors

sono stati installati sensori di umidità a lettura manuale, con le stesse caratteristiche tecniche dei sensori utilizzati nelle 5 aziende pilota.

I dati ottenuti nel corso della stagione irrigua 2022 sono di notevole interesse e pongono le basi per una razionalizzazione della gestione delle risorse idriche. Si tratta comunque di dati preliminari e certamente il corretto utilizzo dei sensori come strumento di supporto alla gestione dell'irrigazione potrà essere implementato solo tramite ulteriori osservazioni e analisi da effettuare nelle prossime stagioni irrigue.

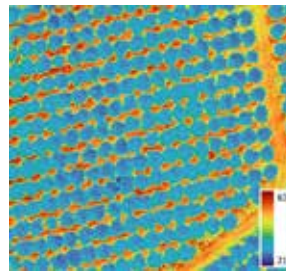
used in the 5 pilot companies.

The data obtained during the 2022 irrigation season are of considerable interest and lay the basis for a rationalization of the management of water resources. However, these are preliminary data and certainly the correct use of sensors as a support tool for irrigation management can only be implemented through further observations and analyzes to be carried out in the next irrigation seasons.

Utilizzo di immagini acquisite da droni (UAVS) per il monitoraggio ad alta risoluzione dello stress idrico

L'attività, condotta in sinergia con la precedente, ha consentito di indagare sui possibili vantaggi nella gestione dell'irrigazione ottenibili grazie al rilievo di immagini da droni. All'interno del progetto sono stati utilizzati diverse apparecchiature di alto livello tecnologico, ovvero quattro droni con a bordo camere ottiche, multispettrali (da 4 a 10 bande) e termiche ad elevata risoluzione.

L'elaborazione delle immagini, avvenuta tramite avanzate piattaforme software, ha permesso il calcolo e l'analisi di diversi indici legati in maniera indiretta allo stress idrico delle piante. Grazie alle campagne di rilievo, che hanno previsto circa 20 voli, si è potuta misurare una variazione significativa dei valori di diversi indici tra i giorni immediatamente prima e dopo le sessioni di irrigazione. Ciò costituisce un risultato promettente per le possibili applicazioni delle tecnologie basate sui droni a supporto della gestione dell'irrigazione.



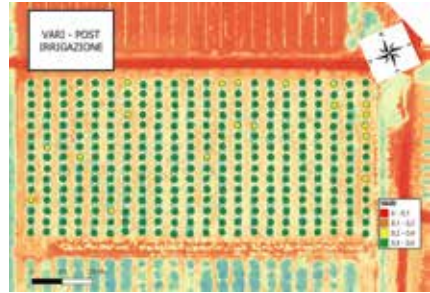
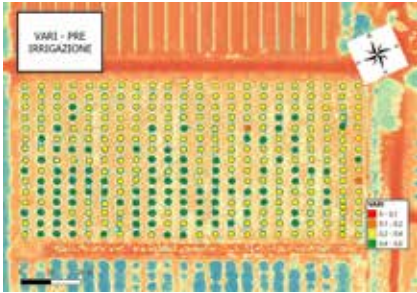
Il drone utilizzato per l'acquisizione delle immagini termiche (a sinistra) e mappa della temperatura per un agrumeto (a destra).

The drone used for acquiring thermal images (left) and temperature map for a citrus orchard (right).

Use of remote sensing by drones (UAVS) for high-resolution monitoring of water stress

The activity, conducted in synergy with the previous one, made it possible to explore the possible advantages in irrigation management that can be obtained with the survey of images from drones. High-tech equipment was used within the project, i.e. four drones mounting high-resolution optical, multispectral (from 4 to 10 bands) and thermal cameras.

Image processing, through advanced software, allowed the calculation and analysis of various indices indirectly linked to the water stress of the plants. Thanks to the survey campaigns, which involved around 20 flights, it was possible to measure a significant variation in the values of various indices between the days immediately before and after the irrigation sessions. This constitutes a promising result for possible applications of drone-based technologies in irrigation management.



Mapa pre-irrigazione (a sinistra) e post-irrigazione (a destra).
Tonalità giallo/rosso indicano condizioni di stress idrico.

*Map showing pre-irrigation (left) and post-irrigation (right).
Yellow/red shades indicate water stress conditions.*

Implementazione di una piattaforma blockchain per la tracciabilità dei fattori di sostenibilità nell'uso dell'acqua

La tecnologia blockchain (catena di blocchi) consente, in linea generale, di gestire e aggiornare, in modo univoco e sicuro, un registro contenente dati e informazioni sulla sostenibilità nell'uso della risorsa idrica, in maniera aperta, condivisa e distribuita.

Nell'ambito del progetto, è stata ulteriormente sviluppata la piattaforma d'App, già output del progetto Social Farming 3, finanziato sempre da The Coca-Cola Foundation. In particolare, tra i diversi dati monitorati col progetto A.C.Q.U.A. 2, ve ne sono alcuni di particolare interesse ai fini della tracciabilità per una migliore sostenibilità delle colture. Tra questi: l'andamento meteorologico (pioggia, radiazione solare ed evapotraspirazione) e dell'umidità del suolo. I dati relativi a tali parametri, registrati giornalmente dalle centraline e tracciati in blockchain, serviranno ad individuare i volumi e i turni irrigui necessari permettendo una migliore gestione dell'acqua nelle pratiche colturali delle aziende agrumicole.

Implementation of a blockchain platform for tracking the factors of sustainable use of water resources.

As part of the project, the d'App platform was further developed, starting from the output of the Social Farming 3 project, also funded by The Coca-Cola Foundation.

In particular, among the various data monitored with the A.C.Q.U.A. 2 Project, there are some of particular interest for the purposes of traceability for better crop sustainability. Among these: the meteorological trend (rain, solar radiation and evapotranspiration) and of soil moisture. Data relating to these parameters, recorded daily by the control units and tracked in the blockchain, will be used to identify the volumes and necessary irrigation shifts, allowing for a better water management in the cultivation practices of citrus farms.

Screenshot della piattaforma blockchain

Blockchain platform screenshots



Aggiornamento della piattaforma webGIS

L'attività ha riguardato l'aggiornamento del webGIS che consente la rapida consultazione delle principali informazioni raccolte nell'ambito dei progetti A.C.Q.U.A. e A.C.Q.U.A. 2.

In particolare, l'aggiornamento ha riguardato l'integrazione della banca dati, precedentemente costruita, con i dati raccolti dai sistemi di monitoraggio automatico delle variabili atmosferiche e relative al suolo.

Dal webGIS è ora possibile visualizzare anche la posizione e le caratteristiche delle aziende dove sono installati i sensori e consultare, attraverso la piattaforma Weatherlink Davis® i dati monitorati (accesso riservato).

Updating and extending the webGIS platform

The activity consisted in updating the webGIS initially developed within the previous A.C.Q.U.A. project. The webGIS allows users to consult the main information collected within the A.C.Q.U.A. projects.

The update concerned the integration of the previously built database with the data collected by the automatic monitoring systems of atmospheric and soil-related variables.

In particular, it is possible to view the position of the companies where the sensors are installed and to consult the monitored data by Weatherlink Davis® platform (restricted access).



Piattaforma webGIS del progetto, aggiornata con il collegamento ai dati delle stazioni di monitoraggio

Project's webGIS platform, updated with links to the data collected by the monitoring stations

Potenziamento del campo irriguo dimostrativo di Palazzelli – CREA-OFA

Le attività hanno riguardato il proseguimento delle iniziative portate a termine nell'ambito della prima edizione del progetto A.C.Q.U.A., durante la quale è stato realizzato un campo sperimentale dotato di diversi sistemi di irrigazione, con l'obiettivo di confrontarne le potenzialità e i limiti in termini di risparmio idrico.

Nell'ambito del progetto A.C.Q.U.A. 2, l'azienda è stata dotata di tensiometri a lettura manuale che consentono di rilevare le condizioni di umidità del suolo in cui si trovano le radici delle piante di agrumi. Sono stati altresì effettuate, per conto del CREA-OFA, delle rilevazioni dello stress idrico a livello fogliare, attraverso camere di pressione per la misura del potenziale idrico. Grazie alla contestuale stima dell'evapotraspirazione ottenuta tramite i dati della stazione meteorologica già presente nel sito dimostrativo del CREA-OFA, è stato possibile valutare il potenziale risparmio idrico delle più avanzate modalità e tecnologie di irrigazione previste dal campo sperimentale.

Enhancement of the demonstrative irrigation field in the Palazzelli experimental orchard of CREA-OFA

The activities concerned the continuation of those begun as part of the first edition of the A.C.Q.U.A. project, during which an experimental field was set up with various irrigation systems, with the aim of comparing their advantages and limitations in terms of irrigation efficiency.

As part of the A.C.Q.U.A. 2 project, the company has been equipped with manual reading tensiometers that allow the detection of the imbibition conditions in which the roots of citrus plants are found. On behalf of CREA-OFA, surveys of water stress at leaf level were also carried out, using pressure chambers to measure leaf water potential. Combined with the evapotranspiration estimate obtained using the data from the meteorological station already installed in the demonstration site of CREA-OFA, it was possible to evaluate the water saving potential of the most advanced irrigation methods and technologies envisaged by the experimental field.



In collaborazione con
 In collaboration with



Sensori per il monitoraggio in campo delle condizioni atmosferiche e idrologiche e a lettura manuale.

Sensors for monitoring atmospheric and hydrological variables on the field. Manual system

Attività formative

Le attività del progetto hanno previsto degli specifici incontri tra i partner del progetto, le aziende associate al Distretto Produttivo Agrumi di Sicilia e altri portatori di interesse.

Nello specifico, un primo incontro si è tenuto in modalità webinar dopo l'installazione dei sistemi di monitoraggio. Durante l'incontro, agli imprenditori agricoli sono state fornite istruzioni su come accedere, consultare ed interpretare i dati monitorati tramite le stazioni in campo. Sono state fornite anche informazioni relative alle potenzialità offerte dai rilievi da drone.

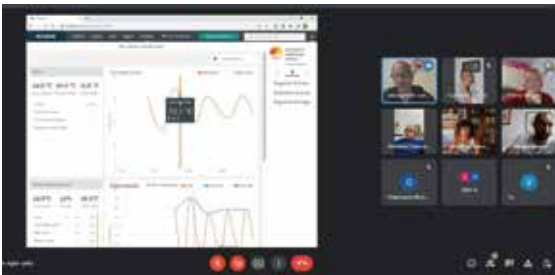
Un secondo incontro è stato tenuto a fine progetto, nell'ambito del quale, oltre a presentare i risultati dell'intero progetto, sono state fornite ulteriori informazioni sull'uso dei sensori, raccogliendo anche il riscontro fornito dagli imprenditori stessi, i quali hanno potuto valutare l'utilità del monitoraggio sia durante la normale stagione irrigua, sia durante i mesi successivi del 2022. Questi infatti sono stati interessati da una scarsa piovosità, il che ha comportato la necessità di somministrare acqua alle piante anche nei mesi autunnali e invernali.

Training

Project activities envisaged specific meetings between the project partners, the farms associated with the Citrus Production District of Sicily and other stakeholders.

In particular, a first meeting was held in webinar mode after the monitoring systems were installed. During the meeting, citrus farmers were provided with instructions on how to access, consult and interpret the data monitored through the field stations. Indications relating to the potential offered by drones were also provided.

A second meeting was held at the end of the project, during which, in addition to presenting the results of the entire project, further information on the use of the sensors was provided, also on the basis of the feedback provided by the entrepreneurs themselves, who was able to evaluate the usefulness of monitoring both during the normal irrigation season and during the following months of 2022, in which there was little rainfall and therefore the need to administer water to plants even in the autumn and winter months.



Incontri tecnici con gli imprenditori - *Technical meetings with farmers*

Gruppo di lavoro

Coordinamento del progetto:

Per il Dipartimento Ingegneria Civile e Architettura, Università di Catania:
Prof. Ing. Antonino Cancelliere

Per il Distretto Produttivo Agrumi di Sicilia
Dott.ssa Agr. Federica Argentati

Collaborazioni per il DICAR:

Prof. Ing. David J. Peres,
Dott. Ing. Giuseppe Longo,
Dott. Ing. Gaetano Buonacera,
Dott.ssa Ing. Nunziarita Palazzolo,
Dott. Ing. Pierpaolo Distefano

Collaborazioni per il Distretto Agrumi di Sicilia:

Dott. Agr. Carmelo Asero,
Dott.ssa Vera Leotta,
Dott. Antonino Argentati,
Dott.ssa Agr. Alessia Giglio

Collaborazione per l'impianto pilota Azienda Palazzelli del CREA-OFA

Dott. Agr. Giancarlo Rocuzzo,
Dott.ssa Agr. Fiorella Stagno

Progetto A.C.Q.U.A. 2

Realizzato da



Università
di Catania



e



Con il contributo non condizionato di



In collaborazione con CREA-OFA per impianto
dimostrativo Azienda sperimentale Palazzelli



Università degli Studi di Catania
Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura
Viale Andrea Doria, 6
95125 Catania CT
www.dicar.unict.it

 /ingegneriacivilecatania

Distretto Produttivo Agrumi di Sicilia

Via G.A. Costanzo 41 - Catania
Sede Operativa: Business Center, via G. Galilei n. 18
San Giovanni la Punta, Catania (uscita "Paesi Etnei")
www.distrettoagrumidisicilia.it

 /DistrettoAgrumi

 /DistrettoAgrumidiSicilia