

## **Task 1.7: Sviluppo di un programma di supporto alle decisioni (SSD) per la diagnosi energetica di serre esistenti e la valutazione virtuale di opzioni migliorative**

### ***1.7.1 Breve stato dell'arte e riferimenti alla valenza di innovazione scientifica, economica e sociale dell'azione (max 1 pagina)***

Le strutture protette per la produzione agricola prevedono la presenza di una barriera artificiale che separi i processi di produzione vegetale dall'ambiente naturale. Questa tecnologia ha un ampio margine di variazione: da semplici coperture in plastica poste sulla fila delle piantine a importanti e sofisticate strutture all'interno delle quali i fattori della produzione sono accuratamente controllati e dosati. Per la gestione di queste strutture e soddisfare le esigenze delle piante sono stati creati modelli che ne stimano la risposta produttiva al variare dei differenti parametri operativi (microclimatici, nutrizionali, ecc...): tali modelli tipicamente consistono in equazioni matematiche che includono le interazioni tra la crescita e lo sviluppo delle piante e le variabili legate al suolo e all'interfaccia con gli agenti atmosferici. Al momento i modelli più empirici e meccanicistici hanno permesso di: i) aumentare l'efficienza economica delle operazioni colturali nelle serre; ii) ridurre il rischio associato alla coltivazione in ambiente controllato; iii) migliorare l'impiego delle risorse naturali nel processo produttivo. A seguito dell'ampia diffusione di macchine con potenza di calcolo elevata, lo sviluppo di nuovi modelli per riempire i "buchi" delle conoscenze attuali risulta più sempre più incentivato. Un aspetto che, in ambito Europeo, sta assumendo una particolare importanza è quello relativo all'efficienza energetica delle serre: infatti, se da un lato per i produttori è fondamentale ridurre i costi di produzione aumentando l'efficienza energetica dei sistemi produttivi, dall'altro gli stessi sono sottoposti ad un regime regolatorio che impone la riduzione del consumo di combustibile fossile ed un rigoroso controllo delle emissioni ad effetto serra in atmosfera. Comunemente, i coltivatori impostano limiti di temperatura e umidità della serra secondo uno schema predefinito (in base a previsioni meteo, lo stato vegetativo delle piante, livello di produzione ipotizzato, concentrazione di CO<sub>2</sub>, luminosità). Il controllo della strumentazione avviene poi sulla base di un insieme di regole e impostazioni, che può non necessariamente essere il più efficiente dal punto di vista energetico, ma non può prescindere dall'esperienza e dalla conoscenza che il coltivatore ha della produzione.

L'obiettivo di questa proposta progettuale è presentare un nuovo strumento che permetta di ottimizzare l'assorbimento di energia totale di una serra, pur nell'ambito dei parametri operativi impostati dal coltivatore per la propria produzione, mediante lo sviluppo di un'applicazione informatica che, anche tramite l'impiego di dispositivi per la realtà aumentata, possa permettere un più puntuale e preciso intervento per la soluzione tempestiva delle criticità che si vengono a creare nell'arco del ciclo produttivo. Questo sistema ha il vantaggio di potersi affiancare ai software di gestione già presenti sul mercato permettendo al coltivatore di aumentare l'omogeneità delle condizioni microclimatiche ottimali su tutta la superficie produttiva. Il conseguente migliore stato fisiologico della pianta avrebbe tre ricadute fondamentali: una migliore qualità merceologica (che permetterebbe all'imprenditore di competere efficacemente nel mercato di riferimento), una migliore salubrità degli alimenti prodotti a seguito del ridotto impiego di prodotti fitosanitari; un'incrementata sostenibilità della produzione dal punto di vista ambientale a seguito della riduzione degli input energetici (combustibili fossili, fertilizzanti di sintesi).

### ***1.7.2 Profilo ed esperienza dei proponenti e partecipanti in relazione all'attività (riportare anche max 5 pubblicazioni in totale) (max 1 pagina)***

#### **Task leader:**

**Elio Romano** - UO CREA-ING, (vedi Task 1.5).

### Partecipanti:

**Massimo Brambilla** - UO CREA-ING, (vedi Task 1.5).

### Pubblicazioni

- Bisaglia C, Cutini M, Romano E, Nucci F, Provolo G, Riva E, Oberti R, 2010. F.lo.r.ener. a model focuses on energy management for greenhouses. International Conference Ragusa, SHWA2010, 614-620.
- Brambilla M, Strebl F, Carini F, Gerzabek M, 2002. VENTOMOD: a dynamic model for leaf to fruit transfer of radionuclides in processing tomato plants (*Lycopersicon esculentum* Mill.) following a direct contamination event. Journal of Environmental Radioactivity, 65(3), 309-328.
- Cheli F, Rocchi D, Schito P, Bisaglia C, Romano E, Nucci F, 2011. Investigation on airflow and temperature distribution in single-span greenhouse with new asymmetric vent openings using CFD. Acta Horticulturae, 2(893), 661-66.
- Cutini M, Romano E, Bisaglia C, 2012. A Software for Evaluating the Radial Eccentricity of Agricultural Tires for Ride Comfort Test. Proceedings of III International Conference "Safety Health Welfare in Agriculture Agro-food and Forestry Systems, RAGUSA SHWA 2012", 173-181.
- Navarotto P, Guarino M, Brambilla M, 2007. Odori emessi dagli allevamenti suinicoli: come prevederne l'intensità a diverse distanze. Regione Lombardia, Quaderno della Ricerca n. 74, Ottobre 2007.

### **1.7.3 Obiettivi della task**

Sviluppo di un programma di supporto alle decisioni (SSD) per la diagnosi energetica di serre esistenti e la valutazione virtuale di opzioni migliorative; sviluppo di App e di sistemi di realtà aumentata per smartphone per la visualizzazione di informazioni sulla gestione della ventilazione e del microclima nei cicli colturali in atto; sviluppo di sistemi di monitoraggio e controllo basati su tecnologie elettroniche a basso costo e progettazione/prototipazione open source.

### **1.7.4 Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task**

L'attività nella task sarà articolata in cinque linee, di seguito specificate, che avranno come output altrettanti deliverables.

- Linea 1: Si effettuerà un'indagine circa lo stato dell'arte delle strutture deputate alla produzione di orticole e floricole in ambito protetto per valutare i criteri progettuali adottati, i materiali utilizzati per la costruzione e i sistemi di ventilazione/riscaldamento adottati per la regolazione dei parametri microclimatici.
- Linea 2: Si sceglieranno tre tipologie di serre in base al livello di input tecnologico utilizzato per la loro costruzione (strutture semplici, strutture con un livello intermedio di tecnologia e strutture "Hi Tech" dotate di sistemi automatizzati per la gestione dei parametri colturali e costruite con materiali caratterizzati da una ridotta dispersione termica). Si lavorerà anche in collegamento con il Task 1.8 relativamente al monitoraggio di strutture protette dotate di riscaldamento con sistemi a pompa di calore.
- Linea 3: I dati della linea di ricerca 2 saranno utilizzati per la calibrazione di un sistema dinamico di simulazione che permetta di individuare, nel tempo, le variabili che maggiormente influiscono sul bilancio energetico della struttura produttiva.
- Linea 4: Permanendo il monitoraggio delle strutture produttive, si effettuerà la validazione del modello dinamico ottenuto con la linea di ricerca n. 3 e i risultati saranno impiegati per la predisposizione di un software (destinato agli operatori di settore e ai tecnici dei servizi di supporto all'agricoltura) che in base alle caratteristiche costruttive e gestionali dell'impianto, sarà di supporto alle decisioni finalizzate all'ottimizzazione energetica della struttura.

- Linea 5: in questa linea di ricerca si effettuerà l'implementazione del software di supporto alle decisioni per la messa a punto di un'applicazione informatica (App) di facile utilizzo (e con la possibilità di essere collegata a strumenti per la realtà aumentata) che possa essere consultata su dispositivi mobili come smartphone e tablet di ultima generazione.

### 1.7.5 Descrizione degli output della task (deliverable)

D.1.7.1 Illustrazione dello stato dell'arte relativo alle strutture per la produzione orticola e floricola in coltura protetta con particolare riferimento a: i) tipologia costruttiva; ii) caratteristiche dei materiali impiegati; iii) livello di management (fra cui l'ordinamento colturale); iv) consumi energetici

D.1.7.2 Realizzazione di un database contenente i risultati dei monitoraggi condotti su tre tipologie di serre a diverso input tecnologico e analisi dei vari aspetti legati all'attività produttiva intrapresa.

D.1.7.3 Definizione e calibrazione di un modello dinamico che permetta di simulare le *reazioni* di una struttura di protezione a seguito delle scelte strutturali e gestionali fatte dall'imprenditore prima e durante il ciclo colturale.

D.1.7.4 Validazione del modello dinamico e predisposizione di un software di supporto alle decisioni (DSS).

D.1.7.5 Implementazione del software di supporto alle decisioni utilizzabile anche tramite dispositivi per la realtà aumentata

### 1.7.6. Articolazione temporale delle attività e dei deliverable previsti nella task (Gantt)

		Attività	Deliverable
Quadrimestri	1	Linea 1	
	2	Linea 1, Linea 2	
	3	Linea 1, Linea 2	D.1.7.1
	4	Linea 2	
	5	Linea 2	
	6	Linea 2, Linea 3	D.1.7.2
	7	Linea 2, Linea 3	
	8	Linea 2, Linea 3	
	9	Linea 2, Linea 3	D.1.7.3
	10	Linea 2, Linea 4	
	11	Linea 4	
	12	Linea 4, Linea 5	D.1.7.4
	13	Linea 5	
	14	Linea 5	
	15	Linea 5	D.1.7.5

### 1.7.7 Risultati attesi, ricadute e benefici, ostacoli prevedibili ed azioni correttive

Risultati attesi: messa a punto di uno o più strumenti che permettano ai produttori di orticole in coltura protetta di effettuare scelte in merito a materiali, colture, gestione delle operazioni colturali in modo tale da ottimizzare/ridurre il fabbisogno energetico della struttura produttiva nel raggiungimento della migliore qualità merceologica del prodotto.

Ricadute e Benefici:

- Produttore: risparmio energetico, miglioramento della qualità merceologica, riduzione dell'impiego di presidi fitosanitari, semplificazione della gestione, supporto nella gestione, riduzione dell'impatto ambientale del ciclo produttivo.
- Consumatore: maggiore salubrità del prodotto, minore costo, consapevolezza globale.
- Organismi di controllo: disponibilità di un sistema che, grazie alla registrazione dei parametri operativi, permette di avere una più oggettiva valutazione della gestione.

#### *Ostacoli prevedibili e Azioni correttive*

Le strutture produttive potrebbero non essere dotate di sistemi di acquisizione dei principali parametri operativi oppure i sistemi di rilevazione esistenti potrebbero non essere adeguati o predisposti per altri scopi. In tal caso si ricorrerà all'installazione di sensoristica ad hoc e per il completamento del monitoraggio dei parametri micrometeorologici esterni si ricorrerà a dataset contenenti serie storiche.

#### ***1.7.8 piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati***

La comunicazione e la diffusione dei dati avverrà mediante tre livelli strategici:

- 1) Attività "ex ante": si prevede l'organizzazione di incontri e Focus-group con tecnici di settore per informare delle attività da studiare, o intraprendere e discutere, osservare e/o esaminare i punti focali (alla luce delle effettive necessità) per effettuare scambi di informazioni col del suo mercato potenziale al fine dell'ottimizzazione delle risorse della Ricerca. Tali incontri permetteranno anche di poter definire meglio la comunicazione la divulgazione al di fuori dei comuni canali scientifici.
- 2) Partecipazione a convegni e pubblicazione di articoli su riviste scientifiche "peer reviewed": i risultati relativi allo stato dell'arte, al risultato dei monitoraggi e alla realizzazione del modello e del software decisionale saranno utilizzati per la redazione di articolo scientifici da proporre per la pubblicazione a riviste internazionali "peer reviewed" e per la partecipazione a convegni internazionali come, ad esempio il "XXX International Horticultural Congress" (<http://www.ihc2018.org/>).
- 3) Incontri divulgativi e Predisposizione di un "layman's report": si organizzeranno incontri e workshop destinati ai tecnici di settore durante i quali si illustrerà il funzionamento e l'applicabilità dell'app. Al termine del progetto si realizzerà altresì un layman's report in due lingue (Italiano e Inglese) con l'obiettivo di raccontare le azioni, gli obiettivi, le azioni e i risultati. Il documento (10 pagine max) sarà pubblicato sia in italiano che in inglese e sarà reso disponibile sia sul sito web della struttura che diffuso in copie cartacee.

### ***1.7.9 Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione***

**Tabella 1.7.9.1:** Attrezzature tecnico-scientifiche di cui si richiede il finanziamento.

**Tabella 1.7.9.2:** Richiesta complessiva di finanziamento per la task.