

Title	Digital twin of Agricultural Greenhouses: a multi-domain tool for energy efficiency, decarbonization, enhanced production and cost reduction of intensive greenhouse cropping systems
Acronym	DiAGreen
Duration	28/09/2023 – 28/02/2026 (29 mesi)
Responsible	Adolfo Palombo
Partner	Politecnico di Torino, Università degli Studi di Bologna, Università di Pisa
Call	PRIN 2022
Funding Source	Ministero dell'Università e della Ricerca
Link	Non disponibile
Abstract	
La produzione agricola in serra fornisce la maggior parte dei prodotti agricoli nei Paesi industrializzati, rappresentando allo stesso tempo una delle attività più energivore del settore agricolo. Nel bacino del Mediterraneo si stima che il consumo energetico per il riscaldamento possa raggiungere i 440 kWh/m²/anno. La maggior parte dell'energia utilizzata per il controllo climatico e la fertilizzazione carbonica di queste strutture proviene da fonti fossili. Con il recente forte aumento del costo delle fonti fossili, dovuto alle tensioni geopolitiche, l'impatto sul prezzo del prodotto finale diventa sempre più rilevante. Alla luce degli obiettivi di decarbonizzazione (in linea con la Missione 2 – Transizione verde del PNRR nazionale italiano) e per contrastare l'aumento dei costi dei prodotti agricoli in serra, emerge la necessità di innovare radicalmente il modo in cui le serre consumano energia. Sebbene nel passato siano già state ampiamente studiate strategie per ridurre i consumi energetici (es. isolamento termico, schermature, controllo HVAC, uso di rinnovabili), permane l'esigenza di integrare queste soluzioni in un sistema dinamico, capace di adattarsi a fattori esterni in evoluzione come il clima, le esigenze produttive e i costi variabili. Allo stesso tempo, è fondamentale interpretare i dati acquisiti da nuovi dispositivi digitali economici per il monitoraggio e controllo ambientale della serra, al fine di ottimizzarne funzionamento, coltivazioni e impatto ambientale. Il progetto DiAGreen ha come obiettivo la creazione e sperimentazione di gemelli digitali, una nuova generazione di rappresentazioni virtuali delle serre agricole che agiscono come repliche digitali in tempo reale delle strutture fisiche. I gemelli digitali proposti sfruttano le potenzialità di modelli multi-scala e multi-dominio, misure storiche provenienti da sensori, approcci di ottimizzazione e previsioni future, per ridurre i consumi energetici e l'impatto carbonico delle serre, adattando le strategie ottimali ai contesti presenti e futuri. La piattaforma di modellazione del gemello digitale sarà sviluppata a partire dalle competenze già consolidate dal consorzio di ricerca e verrà testata su due siti dimostrativi per verificarne efficacia e potenzialità. Nel primo sito, l'esperimento sarà focalizzato sul controllo climatico e sul cambio di fonte energetica. Nel secondo sito, verrà valutato l'impatto della fertilizzazione con CO₂, integrandola nel gemello digitale per verificare la capacità del CO₂ di accelerare la crescita delle colture (migliorando quindi l'efficienza energetica complessiva) e, allo stesso tempo, la qualità dei raccolti, misurata tramite analisi HPLC. Attraverso lo sviluppo dei gemelli digitali per le serre, questo progetto compie un passo avanti verso l'Industria 4.0 applicata alle serre. I gemelli digitali possono migliorare notevolmente la progettazione e il funzionamento delle serre, ottimizzandole sotto i profili dell'efficienza energetica, produttività, sostenibilità e qualità delle produzioni, affrontando così le sfide future legate alla disponibilità e ai costi dei combustibili fossili, ai cambiamenti climatici e alla domanda alimentare globale.	