

Il presente volume, promosso dall'Università degli Studi di Bari Aldo Moro, nasce dall'integrazione di competenze e saperi diversi e tratta con metodo interdisciplinare e multidisciplinare gli aspetti scientifici e tecnologici del progetto di ricerca industriale TE.BA.K.A. (*Territory Basic Knowledge Acquisition*), finalizzato a supportare e a consentire una gestione ottimale delle colture agricole del grano, della vite e dell'olivo presenti sul territorio pugliese, migliorandone il rendimento produttivo, la sostenibilità e la resilienza nell'attuale contesto indotto dai cambiamenti climatici e dalla limitatezza delle risorse naturali.

I contributi proposti affrontano, da angolazioni diverse, le prospettive dischiuse dall'uso dell'Intelligenza Artificiale e, più in generale, delle tecnologie più innovative in agricoltura, pervenendo ad individuare, con il coinvolgimento del Distretto Tecnologico Aerospaziale (DTA), strategie per una gestione sostenibile dei territori e la realizzazione, accanto alla tutela effettiva dei diritti fondamentali coinvolti, degli obiettivi europei di produzione alimentare efficiente e gestione sostenibile delle risorse naturali, nonché dell'azione per il clima e dello sviluppo territoriale equilibrato.

ISBN 979-12-5965-613-1



9 791259 656131

€ 25,00



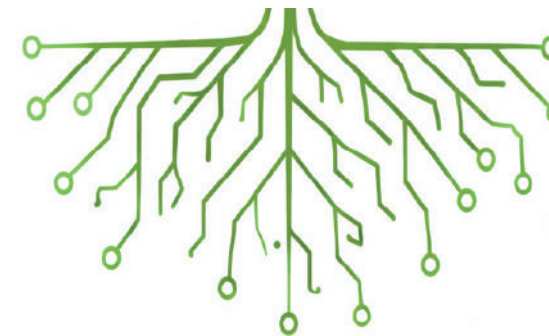
Intelligenza Artificiale e gestione dei territori: aspetti scientifici e tecnologici



INTELLIGENZA ARTIFICIALE E GESTIONE DEI TERRITORI: ASPETTI SCIENTIFICI E TECNOLOGICI

a cura di

R. Bellotti, S. Tangaro, A. Uricchio



CACUCCI  EDITORE
BARI

Il volume è stato pubblicato con i fondi del progetto TEBAKA “Sistema per l’acquisizione di conoscenze di base del territorio”.

Codice progetto n. ARS01_00815 – M.U.R. D.D. prot. n. 1694 del 28 ottobre 2020, CUP: B82C20000160005 – RNA 3140770 di cui all’Avviso MIUR n. 1735 del 13/07/2017 – Avviso per la presentazione di progetti di ricerca industriale e sviluppo sperimentale nelle 12 aree di specializzazione individuate dal PNR 2015–2020.

INTELLIGENZA ARTIFICIALE E GESTIONE DEI TERRITORI: ASPETTI SCIENTIFICI E TECNOLOGICI

a cura di
R. Bellotti, S. Tangaro, A. Uricchio

CACUCCI  EDITORE
BARI

L'Archivio della Casa Editrice Cacucci, con decreto prot. n. 953 del 30.3.2022 della Soprintendenza Archivistica e Bibliografica della Puglia-MiC, è stato dichiarato di interesse storico particolarmente importante ai sensi degli articoli 10 c. 3, 13, 14 del d. lgs. n. 42/2004.

PROPRIETÀ LETTERARIA RISERVATA

© 2025 Cacucci Editore – Bari

Via Nicolai, 39 – 70122 Bari – Tel. 080/5214220

<http://www.cacuccieditore.it> e-mail: info@cacucci.it

Ai sensi della legge sui diritti d'Autore e del codice civile è vietata la riproduzione di questo libro o di parte di esso con qualsiasi mezzo, elettronico, meccanico, per mezzo di fotocopie, microfilms, registrazioni o altro, senza il consenso dell'autore e dell'editore.

Sommario

Prefazione. Intelligenza artificiale, disastri ambientali e gestione del territorio - ROBERTO BELLOTTI IX

1. Intelligenza artificiale e gestione del territorio: la prospettiva del tributarista

ANTONIO FELICE URICCHIO

- | | | |
|------|--|----|
| 1.1. | Intelligenza artificiale: primi interventi regolatori | 1 |
| 1.2. | La tutela dei diritti fondamentali come paradigma di riferimento per l'utilizzo di intelligenza artificiale | 7 |
| 1.3. | Politiche pubbliche attive nella gestione dei territori e intelligenza artificiale | 9 |
| 1.4. | Intelligenza artificiale e ripensamento del modello di catasto | 15 |
| 1.5. | Il metaverso come nuovo territorio virtuale suscettibile di essere considerato anche nella prospettiva fiscale | 20 |

2. Un uso *intelligente* dell'IA: l'agricoltura Hi-Tech e le sue prospettive

LAURA TAFARO

- | | | |
|------|--|----|
| 2.1. | Nuove tecnologie e settore agricolo: l'agricoltura Hi-Tech | 27 |
| 2.2. | IA in agricoltura e obiettivi di sostenibilità | 32 |
| 2.3. | Il miglioramento dell'efficienza dei sistemi produttivi: la gestione dei rischi nell'agricoltura 4.0 | 35 |
| 2.4. | Smart Agriculture e Big Data | 38 |

2.5.	Ordinamento europeo e innovazione tecnologica del settore agricolo	42
2.6.	La c.d. agricoltura di precisione	45
2.7.	IA e agricoltura: la third wave of innovation dell'agricoltura di precisione e la prescriptive agriculture	49

3. Prospettive dell'innovazione nel settore agricolo nella costruzione giuridica di sistemi alimentari sostenibili

IRENE CANFORA

3.1.	L'innovazione nel settore agricolo nella politica agricola comune 2023-27	55
3.2.	L'innovazione in agricoltura alla prova della PAC	60
3.3.	Modernizzazione e digitalizzazione delle imprese agricole nel quadro dei regolamenti PAC 2023-27	63
3.4.	Quali strumenti per gli agricoltori?	65
3.5.	Quali prospettive occupazionali tra digitalizzazione dell'agricoltura e obiettivi di sviluppo rurale?	69
3.6.	Quale ruolo per gli Stati membri?	73
3.7.	Conclusioni	74

4. La rilevanza dei fattori ambientali nella disciplina giuridica dell'agricoltura

GIOVANNA MASTRODONATO

4.1.	La prospettiva della sostenibilità nel diritto agroalimentare in linea con Agenda 2030 e con il Green new deal	77
4.2.	I potenziali conflitti tra tutela dell'ambiente e diritto agroalimentare	88
4.3.	Il complesso rapporto tra tutela dell'ambiente e produzione di energia rinnovabile: il nuovo testo unico sulle rinnovabili	94
4.4.	Le prospettive offerte dalla <i>Nature Restoration Law</i> per la tutela ambientale dei terreni agricoli	103

5. Intelligenza artificiale e valore pubblico prodotto nelle P.A.: la misurazione della performance progettuale

LOREDANA NAPOLITANO

- | | | |
|------|---|-----|
| 5.1. | Intelligenza artificiale e gestione delle risorse: prospettive applicative. | 111 |
| 5.2. | Il ruolo del performance budgeting nella P.A. come strumento di misurazione del valore pubblico dei progetti di ricerca finanziati. | 119 |
| 5.3. | Ipotesi sperimentale di applicazione dello strumento del performance budgeting per interventi progettuali. | 127 |

6. Intelligenza artificiale ed applicazioni predittive per il contrasto ai reati ambientali

VITO FELICE URICCHIO

- | | | |
|------|--|-----|
| 6.1. | Premessa | 135 |
| 6.2. | Le forme dell'Intelligenza Artificiale e la sua evoluzione | 138 |
| 6.3. | Gli algoritmi per il contrasto ai crimini ambientali | 142 |
| 6.4. | Le funzioni di predizione | 143 |
| 6.5. | Data fusion e big data | 146 |
| 6.6. | Interoperabilità | 149 |
| 6.7. | Gli sviluppi delle previsioni con il supporto della IA | 150 |

7. Intelligenza Artificiale e Agricoltura di Precisione: Explainable AI, Gemelli Digitali e Infrastrutture Computazionali per la Gestione Sostenibile dei Sistemi Agricoli

SABINA TANGARO

- | | | |
|------|--|-----|
| 7.1. | Introduzione | 155 |
| 7.2. | Stato dell'arte e contesto scientifico-tecnologico | 162 |
| 7.3. | Esempi Applicativi: verso una agricoltura intelligente e sostenibile | 164 |

7.3.1. Intelligenza artificiale e genetica delle piante	166
7.3.2. Intelligenza Artificiale, Suolo e Cambiamento Climatico	169
7.3.3. Digital Twin per la Gestione Idrica	173
7.4. Infrastrutture di Calcolo e Architettura integrata per l'agricoltura digitale	177
7.5. Il ruolo della formazione nella gestione sostenibile del territorio	181
7.6. Conclusioni e Prospettive Future	181

8. Il Distretto Tecnologico Aerospaziale (DTA)

GIUSEPPE ACIERNO

8.1. Le ragioni fondative	187
8.2. La strategia di crescita	189
8.3. L'Infrastruttura di Ricerca Grottaglie Airport Test Bed (GATB)	191
8.4. Scenari futuri	192

9. Il DTA e il *precision farming*

MANUELA MATARRESE

9.1. Introduzione	193
9.2. I progetti di ricerca e sviluppo del DTA nel settore del precision farming	194
9.2.1. Il progetto TEBAKA	194
9.2.2. Il progetto REDOX	196
9.2.3. Il progetto Fixyll	197
9.2.4. Il progetto WADIT	199
9.3. Conclusioni	201

Prefazione

Intelligenza artificiale, disastri ambientali e gestione del territorio

ROBERTO BELLOTTI

Il cambiamento climatico non rappresenta soltanto una minaccia ambientale, ma si configura sempre più come un moltiplicatore di disuguaglianze economiche e sociali a livello globale. Le evidenze scientifiche mostrano con chiarezza come i suoi effetti colpiscano in modo sproporzionato le popolazioni più vulnerabili, acuendo le disparità esistenti sia tra i diversi Paesi che all'interno delle stesse società. In particolare, le anomalie climatiche – come periodi di siccità prolungata o precipitazioni estreme – incidono profondamente sui sistemi agricoli, da cui dipende la sopravvivenza economica di ampie fasce della popolazione nei Paesi a basso reddito. È stato osservato che le variazioni delle precipitazioni hanno un effetto non lineare sulla distribuzione del reddito: in contesti dove il settore agricolo occupa un peso rilevante, eventi climatici estremi riducono non solo la crescita economica aggregata, ma anche la quota di reddito destinata al 50% più povero della popolazione. Ciò si traduce in un aumento misurabile delle disuguaglianze, con conseguenze particolarmente gravi in regioni come l'Africa subsahariana, dove la dipendenza dall'agricoltura di sussistenza è ancora molto alta. Se non verranno attuate politiche di mitigazione climatica efficaci, le proiezioni indicano che, entro la fine del secolo, molti Paesi diventeranno più poveri rispetto a uno scenario senza cambiamento climatico. Parallelamente, l'indice di Gini – misura sintetica delle disuguaglianze – potrebbe aumentare fino al 24% a livello globale, con picchi del 78% nelle economie più dipendenti dall'agricoltura. Questi dati sottolineano il rischio concreto di un circolo vizioso: il cambiamento climatico frena lo sviluppo delle economie più fragili, aumentandone al contempo la

vulnerabilità futura. In questo contesto, lo sviluppo sostenibile si rivela un fattore determinante per spezzare tale dinamica. Investire in un'agricoltura resiliente, promuovere l'accesso alle risorse e ridurre la dipendenza dai combustibili fossili non sono solo scelte ambientali, ma anche strumenti di giustizia economica e sociale. La sfida del clima richiede perciò un approccio integrato, che leghi la transizione ecologica alla lotta contro le disuguaglianze, riconoscendo nel cibo non una semplice merce, ma un bene comune essenziale, la cui accessibilità deve essere garantita a livello globale. Iniziative come quelle promosse dalla FAO, insieme al dialogo tra istituzioni, imprese e società civile rappresentano passi cruciali per costruire sistemi alimentari più equi e resilienti. Solo attraverso una governance multilivello e politiche coordinate sarà possibile contrastare simultaneamente il riscaldamento globale e le disuguaglianze che da esso derivano, ponendo le basi per un futuro più giusto e sostenibile.

La sostenibilità ambientale è un tema che l'Università degli Studi di Bari Aldo Moro considera come un asse strategico nei piani dell'Ateneo e nella terza missione, promuovendo attività di ricerca, didattica e divulgazione. Nel campo della ricerca, UNIBA ha partecipato e sostenuto attivamente le iniziative finanziate dal Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR), che includevano temi ambientali, gestione del territorio, prevenzione dei rischi naturali e sviluppo di tecnologie sostenibili. In particolare, l'Ateneo barese ha assunto la leadership dello Spoke 5 "Environment & Natural Disasters" del progetto HPC - National Centre for HPC, Big Data & Quantum Computing. UNIBA aderisce alla Rete delle Università per lo Sviluppo Sostenibile (RUS) e ha contribuito alla nascita della RUS Puglia, catalizzando sinergie territoriali nel convincimento che per affrontare le sfide legate all'ambiente, all'energia e alla qualità della vita sia necessaria la compartecipazione di esperienze e know-how differenti.

Un esempio di questa visione è fornito dal progetto TE.BA.K.A.; il progetto TE.BA.K.A.¹ (*Territory Basic Knowledge Acquisition*) in-

¹ Tebaka è un progetto cofinanziato dal MUR ai sensi dell'Avviso n. 1735 del 13/07/2017 - Progetti Di Ricerca Industriale e Sviluppo Sperimentale

tende dare un significativo contributo alla realizzazione degli obiettivi europei di produzione alimentare efficiente; di gestione sostenibile delle risorse naturali; dell'azione per il clima; dello sviluppo territoriale equilibrato grazie al trasferimento delle conoscenze e dell'innovazione in agricoltura, silvicoltura e nelle aree rurali; dello sviluppo di piattaforme tecnologiche/applicative da mettere a disposizione del mondo agricolo a supporto delle proprie attività.

Il progetto, finalizzato alla creazione di una possibile piattaforma tecnologica integrata per supportare le colture, presenti sul territorio pugliese, del grano, della vite e dell'olivo, si è sviluppato in diverse fasi e si è avvalso di diversi ambiti tecnologici – essenziali per la conoscenza delle condizioni del ciclo di vita annuale delle colture agricole in considerazione e delle correlate variabili significative del territorio/ambiente – al fine di pervenire alla progettazione/realizzazione di soluzioni prototipali attraverso, in particolare, la sensoristica multispettrale integrabile in carichi paganti collocati su piattaforme aeree (ULM, APR, UAV) e terrestri (fisse e mobili) per l'acquisizione di dati in telerilevamento; le piattaforme satellitari, aeree e terrestri (sistemi con e senza pilota a bordo); l'acquisizione, archiviazione, gestione e fusione di grandi quantità di dati provenienti da sorgenti diverse e la loro analisi; i sistemi intelligenti in grado di apprendere dai dati acquisiti (modelli *data driven*); le conoscenze ed applicazioni in ambito Intelligenza artificiale (*Deep learning, Machine learning, Data analytics, Decision support systems*).

nelle 12 Aree di specializzazione individuate dal PNR 2015-2020, Area Agrifood. Partner: DTA (capofila) con i soci esecutori: Politecnico di Bari, Università degli Studi di Bari Aldo Moro con i dipartimenti di Scienze del Suolo, della Pianta e degli Alimenti (DISSPA) e il Dipartimento Interateneo di Fisica (DIF), Università del Salento con il Dipartimento di Matematica e Fisica, Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) con gli istituti STIIMA (Sistemi e Tecnologie Industriali Intelligenti per il Manifatturiero Avanzato), IRSA (Istituto di Ricerca sulle Acque) e IMM (Istituto per la microelettronica e microsistemi), ENEA - Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile, PLANETEK Italia. Co-proponenti: Agenzia Spaziale Italiana (ASI), MAGNAGHI AERONAUTICA, Mermec Engineering (già SIT srl).

L'individuazione dei potenziali fattori critici delle colture del grano, della vite e dell'olivo ottenuta ha condotto a sviluppare, con la tecnica del *data driven modeling* e criteri di intelligenza artificiale (*machine learning*), i modelli di base spazio-temporali ottimali, integrati con quelli teorici, da utilizzare quali sistemi di supporto alle decisioni degli agricoltori per la gestione ottimale delle colture, utilizzabili anche per ulteriori sperimentazioni ed applicazioni legate ad altre colture ed altri fenomeni presenti sul territorio al fine di migliorare il rendimento produttivo, la sostenibilità e la resilienza nei settori dell'agricoltura, della silvicoltura e della produzione alimentare, in tal modo aumentando la produttività e la capacità di adattamento delle piante e dei sistemi di produzione, in modo da far fronte alle condizioni climatico/ambientali in rapida evoluzione e alle risorse naturali sempre più limitate.

In questo volume – dal titolo *Intelligenza artificiale e gestione dei territori: aspetti scientifici e tecnologici* – vengono trattati gli aspetti scientifici e tecnologici ricollegati all'obiettivo finale del progetto, ossia la realizzazione del prototipo di una “piattaforma integrata” composta da sistemi tecnologici (satelliti, velivoli e veicoli terrestri con e senza pilota a bordo, postazioni fisse, carichi paganti di sensori con diverse caratteristiche e prestazioni, ambienti di acquisizione ed archiviazione di grandi quantità di dati ed applicazioni in ambito intelligenza artificiale per la memorizzazione, gestione ed analisi dei dati, la costruzione di modelli *Data Driven*, lo sviluppo di modelli e relazioni tra gli elementi dei fenomeni osservati realizzati con logiche di *machine learning*, *data analytics*, *decision support systems*), finalizzata a sviluppare un prodotto/servizio per il mondo delle colture con diverse tipologie di sviluppo da offrire a vari attori operanti nel mondo dell'agricoltura innovativa quali Enti Pubblici, Associazioni di Categoria, Società di servizi, Imprese agricole di medio/grandi dimensioni nazionali ed internazionali.

Il volume, frutto dell'integrazione e della condivisione di competenze e saperi diversi, è dunque interdisciplinare e multidisciplinare e annovera i qualificati contributi di:

- Antonio Felice Uricchio, *Intelligenza artificiale e gestione del territorio: la prospettiva del tributarista*;
- Laura Tafaro, *Un uso intelligente dell'IA: l'agricoltura Hi-Tech e le sue prospettive*;
- Irene Canfora, *Prospettive dell'innovazione nel settore agricolo nella costruzione giuridica di sistemi alimentari sostenibili*;
- Giovanna Mastrodonato, *La rilevanza dei fattori ambientali nella disciplina giuridica dell'agricoltura*;
- Loredana Napolitano, *Intelligenza artificiale e valore pubblico prodotto nelle P.A.: la misurazione della performance progettuale*;
- Vito Felice Uricchio, *Intelligenza artificiale ed applicazioni predittive per il contrasto ai reati ambientali*;
- Sabina Tangaro, *Intelligenza Artificiale e Agricoltura di Precisione: Explainable AI, Gemelli Digitali e Infrastrutture Computazionali per la Gestione Sostenibile dei Sistemi Agricoli*;
- Giuseppe Acierno, *Il Distretto Tecnologico Aerospaziale (DTA)*;
- Manuela Matarrese, *Il DTA e il precision farming*.