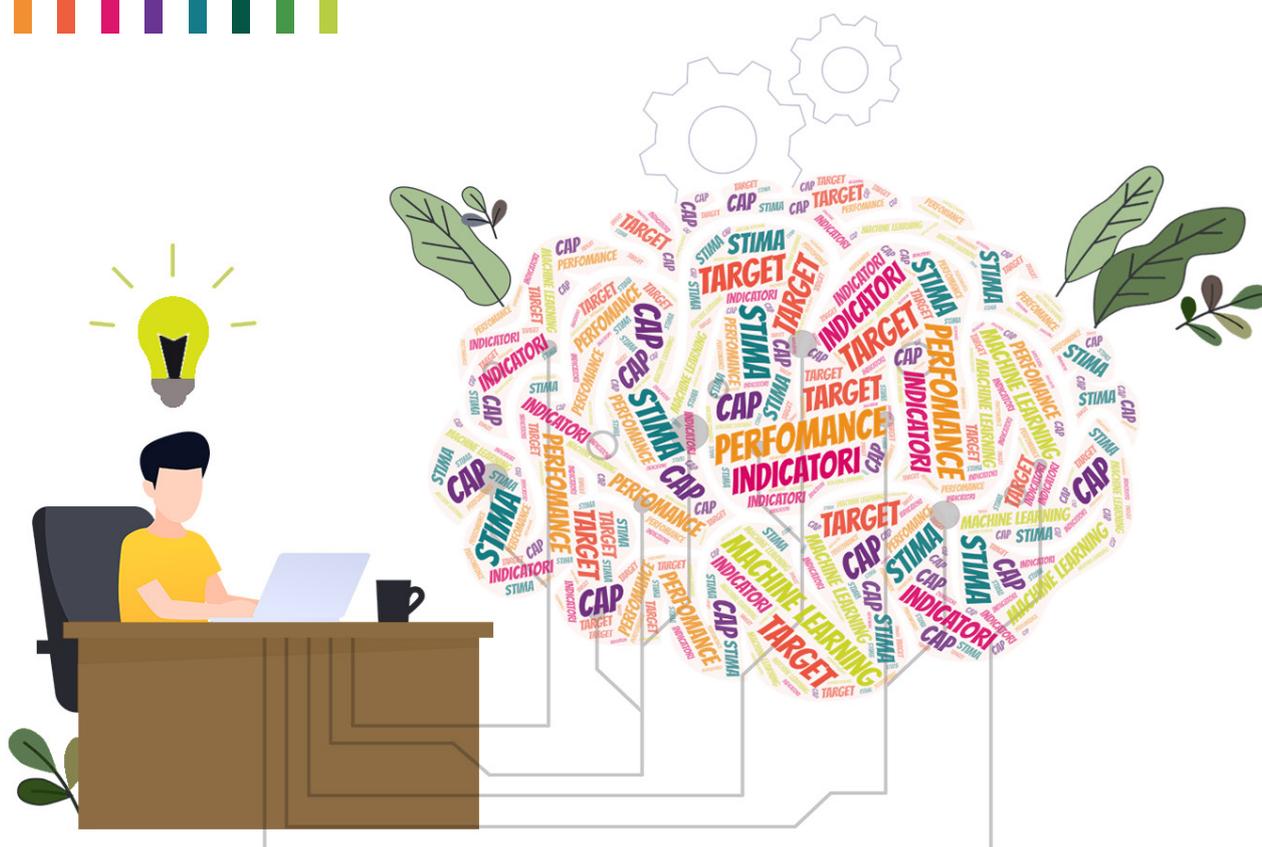


DEFINIRE I TARGET DEI PIANI STRATEGICI DELLA PAC 2023-2027: IL MACHINE LEARNING COME METODO DI STIMA

DICEMBRE 2021





Definire i target dei Piani Strategici
della PAC 2023-2027:
il machine learning come metodo di stima



**Documento realizzato nell'ambito del Programma Rete Rurale
Nazionale 2014-20
Piano di azione biennale 2021-2023
Scheda progetto (CREA 4.2)**

Autorità di gestione: Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali

Ufficio DISR2 - Dirigente: Paolo Ammassari

Responsabile scientifico: Simona Cristiano

Autori:

[Andrea Bonfiglio](#)  (3.1,3.3,3.4,4, Appendice),

[Beatrice Camaioni](#)  (3.2, 3.5),

[Valentina Carta](#)  (5, 6),

[Simona Cristiano](#)  (1, 2, 3.2, 5, 6)

Data: Dicembre 2021

Grafica: Francesco Ambrosini e Anna Lapoli

Citazione:

Cristiano S. (a cura di), Bonfiglio A., Camaioni B., Carta V. (2021) *La definizione dei target nei Piani Strategici della PAC 2023-2027: Le reti neurali come metodo di stima*. Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali – Rete Rurale Nazionale. Roma

ISBN: 9788833851600



Indice

Premessa	4
1. Introduzione	5
2. L'uso degli indicatori target nel monitoraggio e la valutazione della PAC	6
3. Materiali e metodi	8
3.1. Quadro metodologico.....	8
3.2. Analisi di corrispondenza tra indicatori	9
3.3. Dataset e metodi di elaborazione.....	10
3.4. Costruzione delle reti neurali.....	13
3.5. Definizione dello scenario di politica	15
4. Risultati.....	16
5. Implicazioni e soluzioni pratiche	19
6. Conclusioni e prospettive per la programmazione PAC 2023-2027	19
Riferimenti bibliografici.....	21
Appendice	22



Premessa

Il nuovo modello di attuazione (*New Delivery Model*), introdotto con la Politica Agricola Comune (PAC) 2023-2027, sposta il fulcro della programmazione da un approccio basato sulla conformità ad uno basato sull'efficacia dell'attuazione (*performance review*), che verrà verificata sulla base di una serie di indicatori target intermedi e finali.

Gli indicatori target sono stati introdotti a partire dal periodo di programmazione 2007-2013 come parte del Quadro Comune di Monitoraggio e Valutazione (QCMV) per stimare i valori obiettivo degli output, dei risultati e degli impatti di ciascun PSR. Sono stati poi riproposti, con finalità diverse e soltanto per la stima dei risultati, nel contesto della programmazione della PAC 2014-2020, nel quadro della verifica intermedia delle performance dei programmi prevista per le annualità 2019 e per la fine del ciclo di programmazione (2026).

Nel merito, la Commissione Europea non ha mai fornito indicazioni metodologiche specifiche per la stima degli indicatori target per cui, spesso, l'affidabilità dei valori è stata messa in discussione sia in riferimento sia all'accuratezza dei dati (es. valori sottostimati) che alla chiarezza e robustezza dei metodi utilizzati.

Gli studi condotti a livello europeo hanno fatto emergere, infatti, che spesso i valori target sono stati rivisti nel corso dell'attuazione del ciclo di programmazione per dare seguito a decisioni politiche sulla riallocazione del budget o, più spesso, per allinearli allo stato delle realizzazioni.

Con questo documento si condivide una metodologia di stima dei valori target della futura PAC fondata su una tecnica di analisi statistica predittiva e dati robusti e affidabili e sviluppata nell'ambito delle attività della RRN (scheda 4.2). Questa tecnica potrebbe essere utilizzata sia dalle autorità titolari di interventi a livello nazionale e regionale per determinare i valori target sia dai valutatori per verificarne la robustezza. Il metodo proposto consiste in un modello di apprendimento automatico basato sulle reti neurali con flusso in avanti multistrato (MFNN- *Multilayer Feedforward Neural Networks*), le quali consentono di stimare output multipli a partire dai dati storici di monitoraggio e di catturare possibili non linearità spesso presenti nei dati di programmazione.

La metodologia potrà essere applicata con il supporto della RRN e di un tool on line che verrà all'uopo messo a disposizione delle amministrazioni sul portale della RRN.

Per finalità di esemplificazione e dimostrazione delle potenzialità, in questo documento viene descritta l'applicazione del metodo proposto per la stima dei valori target relativi all'indicatore **R.1 - Migliorare le prestazioni attraverso la conoscenza e l'innovazione**.

Rimane inteso che il modello, con i dovuti accorgimenti, potrà comunque essere impiegato per la determinazione dei valori target relativi a tutti gli indicatori di risultato e di output.

Questo documento è corredato di due video entrambi accessibili sul canale youtube della [Rete Rurale Nazionale](#) e alle sezioni "[Monitoraggio e Valutazione - Eventi della RRN](#)" del portale della Rete Rurale Nazionale:

- Presentazione della metodologia di stima degli indicatori target (Andrea Bonfiglio) accessibile sul canale [youtube](#) e sul [portale](#) della Rete Rurale Nazionale
- Presentazione sugli indicatori della PAC 2023-2027 (Beatrice Camaioni) e accessibile sul canale [youtube](#) e sul [portale](#) della Rete Rurale Nazionale.



1. Introduzione

In vista del prossimo periodo di programmazione 2023-2027 della PAC, gli Stati Membri (SM) stanno definendo i rispettivi piani strategici che saranno sottoposti al monitoraggio dell'attuazione e del progresso verso gli obiettivi della Politica. Questo processo è più che mai centrale nel quadro del new delivery model e di quello rinnovato per la verifica dell'efficacia dell'attuazione, monitoraggio e valutazione della PAC, tesi a dimostrare i progressi compiuti e a valutare l'impatto e l'efficienza dell'attuazione della politica (Reg (UE) n. 2021/2115).

Pertanto, la stima dei target per gli indicatori di risultato è un elemento critico nella definizione e attuazione dei piani strategici. Gli indicatori di risultato misurano i progressi del PSP nel conseguimento dei nove obiettivi specifici e di quello trasversale della PAC relativo all'ammodernamento dell'agricoltura attraverso la promozione e il migliore l'accesso alla ricerca, all'innovazione, alla formazione, lo scambio di conoscenze e la digitalizzazione del settore. Al riguardo, è prevista la programmazione di target annuali, intermedi (milestone) e finali per gli indicatori di risultato in coerenza con gli obiettivi perseguiti dagli interventi pianificati. Questi saranno poi monitorati e soggetti a verifica biennale lungo l'intero periodo di programmazione. Nel caso in cui vi siano divergenze significative tra i target previsti e quelli effettivi, sono previste misure correttive e possibili penalizzazioni.

Per la stima dei valori target, la CE non ha mai definito una metodologia specifica, né ne esiste una condivisa a livello europeo. I pochi generici orientamenti della CE e le scelte finora effettuate dalle AdG dei PSR, tra l'altro, sono stati spesso oggetto di critica anche dalla Corte Europea dei Conti (cfr. capitolo 2).

È evidente, inoltre, che, con l'irrigidirsi delle regole e delle procedure relative al quadro della verifica dell'efficacia relativa alla PAC 2023-2027, e considerate le specifiche modalità di attuazione del PSP in Italia, è quantomai opportuno definire metodi e strumenti che siano robusti e condivisi tra le diverse amministrazioni e gli esperti di monitoraggio e valutazione, e favoriscano la stima di target credibili e il più possibile realistici.

Con questo documento s'intende condividere un metodo sviluppato dalla RRN che è robusto dal punto di vista scientifico e basato su dati storici registrati per gli output e i risultati dei diversi PSR nei precedenti periodi di programmazione (2007-2013, 2014-2020).

Il metodo può essere messo in uso dalle amministrazioni responsabili degli interventi del PSP per la definizione dei target relativi al prossimo periodo di programmazione e sulla base delle scelte che verranno fatte in merito alle specificità degli interventi programmati per le diverse Regioni/PA e ai relativi obiettivi di realizzazione e risultato, all'assegnazione delle risorse finanziarie e alla capacità amministrativa delle amministrazioni responsabili. Allo stesso tempo, questo metodo consente ai valutatori *ex ante* di verificare che i target definiti dalle AdG siano realistici e credibili.

Nel presente documento si spiega la metodologia sviluppata con riferimento al caso di studio relativo all'indicatore di risultato composito **R.1 - Migliorare le prestazioni attraverso la conoscenza e l'innovazione** definito come il "numero di persone che beneficiano di consulenza, formazione, scambio di conoscenze o che partecipano a gruppi operativi del Partenariato europeo per l'innovazione (PEI) sostenuti dalla PAC al fine di migliorare le prestazioni economiche, sociali, ambientali, climatiche e di efficienza delle risorse sostenibili".

Al fine della stima del target per R.1 si è utilizzato un modello di apprendimento automatico basato sulle reti neurali con flusso in avanti multistrato (MFNN- *Multilayer Feedforward Neural Networks*) che, come previsto



dalla regolamentazione applicabile, consentono di prevedere i target su un periodo di sette anni (cinque anni di attuazione delle politiche più due anni di ammissibilità della spesa).

La fonte dei dati utilizzati per l'applicazione del metodo è il [database nazionale](#) sul monitoraggio e la valutazione della PAC gestito dalla RRN. Per la stima dei valori target, viene prima condotta un'analisi della corrispondenza tra, da un lato, l'indicatore di risultato analizzato e, dall'altro, le misure e gli indicatori dei precedenti periodi di programmazione.

Le reti neurali sono uno degli strumenti più utilizzati nell'ambito dell'apprendimento automatico e dell'intelligenza artificiale. Si ispirano alla struttura del cervello umano e utilizzano "neuroni" interconnessi che permettono complesse operazioni di elaborazione. Lo spettro delle applicazioni delle reti neurali è molto ampio e include anche l'agricoltura.

L'uso delle reti neurali è sempre più diffuso e coinvolge tutte le fasi della produzione agricola per finalità sia di classificazione che di previsione (Kujawa e Niedbała, 2021). Il motivo sta nella loro elevata capacità di modellare la complessità dei sistemi reali e di stimare simultaneamente una pluralità di output; il che li rende validi sostituti dei metodi tradizionali.

Il metodo proposto utilizza, quindi, le reti neurali per fornire stime pluriannuali dei valori target della PAC 2023-2027 tenendo conto di relazioni non necessariamente lineari tra spesa e target realizzati nel passato e basandosi proprio su trend osservati PSR singoli PSR. Inoltre, attraverso l'adozione di opportune tecniche statistiche è stato possibile irrobustire la capacità di generalizzazione delle specifiche MFNN utilizzate.

Questo documento è organizzato come segue. Il capitolo 2 descrive l'uso degli indicatori target nell'ambito del quadro di monitoraggio e valutazione nei diversi periodi di programmazione della PAC e i relativi limiti che giustificano lo sviluppo della metodologia che qui si propone. Il capitolo 3 illustra la procedura adottata per le stime. Il capitolo 4 analizza i principali risultati. Il capitolo 5 fornisce alcuni suggerimenti pratici per i responsabili politici e i valutatori. Infine, il capitolo 6 conclude e delinea alcuni possibili sviluppi futuri.

2. L'uso degli indicatori target nel monitoraggio e la valutazione della PAC

Gli indicatori target sono stati introdotti a partire dal periodo di programmazione 2007-2013 nell'ambito del QCMV e, da allora, le loro funzioni sono cambiate senza avere, peraltro, un percorso evolutivo. Inizialmente, utilizzando un approccio tipicamente di rendicontazione, i target sono stati fissati come stime di output, risultati e impatti per aiutare a valutare l'impatto dei programmi rispetto ai dati di baseline (Commissione europea, 2006). Nell'ambito della PAC 2014-2020, i target sono stati fissati per ciascuna focus area delle sei priorità di sviluppo rurale, basati su alcune misure e non sulla totalità di quelle programmate all'interno di ogni singola focus area. Corrispondevano principalmente a indicatori di risultato, ad eccezione della priorità 1, relativa al trasferimento di conoscenze e innovazione, per la quale sono stati stabiliti a livello di output (Commissione europea, 2017). La definizione dei target nell'ambito del periodo di programmazione 2014-2020 ha rappresentato, di fatto, un primo tentativo della Commissione Europea di rafforzare l'orientamento delle strategie di intervento dei PSR alle performance, attraverso la verifica sul raggiungimento dei valori target intermedi e finali prevista per l'annualità 2019 e per fine programmazione (2026) (art. 21 del Regolamento (UE) n. 1303/2013). In particolare, i target intermedi sono sottoposti a monitoraggio attraverso la presentazione di relazioni annuali di attuazione per verificare i progressi verso i target finali e sono alla base della verifica dell'efficacia dell'attuazione (*performance review*). Questa verifica ha portato nel 2019 a premiare gli SM che hanno raggiunto gli obiettivi prefissati con dotazioni finanziarie più elevate e a



sospendere i pagamenti intermedi per gli altri. Il raggiungimento dei target finali sarà valutato nel 2026 e potrà dar luogo a rettifiche finanziarie.

In entrambi i periodi di programmazione, per la stima dei target, non sono state fornite specifiche e robuste linee guida metodologiche. La raccomandazione della Commissione Europea, per il tramite delle fiches era che la loro definizione dovesse basarsi sull'esperienza pregressa (ad es., studi esistenti e relazioni sulla valutazione dei programmi passati) e il giudizio di esperti (Commissione europea, 2006, 2017). Inoltre, la modalità di stima degli indicatori target, dovevano essere chiaramente spiegate, ove possibile, e i valori dovevano essere realistici, tenendo conto del sostegno finanziario (Commissione europea, 2017).

In assenza di specifiche linee guida l'affidabilità dei valori target venisse spesso messa in discussione con riferimento sia ai dati che ai metodi utilizzati (Commissione europea, 2015; Corte dei conti europea, 2017). Nel merito, le AdG hanno ricevuto osservazioni per non aver compiuto sforzi sufficienti nel fornire dati accurati e affidabili, raggiungendo livelli di performance inadeguati. Da un punto di vista metodologico, si discute la costruzione stessa dei target in quanto corrispondono in gran parte a indicatori di output e di risultato. Il fatto che questi indicatori siano fortemente influenzati dai progressi nell'attuazione delle politiche ha ridotto la capacità dei target di identificare obiettivi stabili e ben definiti. In secondo luogo, vi è sempre stata poca trasparenza in merito alle metodologie utilizzate per la loro quantificazione, spesso non menzionate o descritte solo genericamente nei PSR. I dubbi sull'affidabilità dei criteri generalmente utilizzati per la definizione dei target derivano anche dalle frequenti correzioni delle stime fatte durante l'attuazione dei programmi per dare seguito a decisioni politiche sulla riallocazione del bilancio o, più spesso, per la mancata realizzazione dei livelli attesi di realizzazione. In definitiva, la logica principale alla base della stima dei valori target è parsa spesso essere quella di un approccio prudenziale in modo da evitarne il mancato raggiungimento.

La PAC 2023-2027 ha introdotto un QCMV rinnovato per dare maggiore enfasi alle prestazioni e al raggiungimento degli obiettivi (art. 128-129 del Regolamento (UE) n. 2021/2115). Nell'ambito di questo quadro, gli indicatori target svolgono un ruolo rafforzato. Corrispondono ad indicatori di risultato e sono impiegati per la definizione e la quantificazione sia di target intermedi sia di quelli finali. È previsto inoltre un esame biennale volto a verificare della distanza tra target prefissati e target effettivamente conseguiti in merito ad un sottoinsieme di 22 indicatori di risultato (art. 135 e Allegato I del Regolamento (UE) n. 2021/2115). Questo esame periodico (*performance review*) può portare a serie conseguenze per gli SM. Infatti, nel caso in cui vi sia un deficit superiore al 35% per l'esercizio 2024 e al 25% per l'anno 2026, gli SM saranno chiamati a giustificare tale divario e, ove necessario, ad adottare misure efficaci per porvi rimedio, inviando alla Commissione un piano d'azione contenente le misure correttive e le tempistiche previste. Se il piano d'azione non dovesse essere presentato o risultasse manifestamente inadeguato, i pagamenti saranno sospesi, riducendo così le possibilità per gli SM di realizzare efficacemente il proprio piano strategico. Possono essere richieste misure correttive anche nel caso in cui la *performance review* riveli un deficit di oltre il 35% rispetto al target fissato per l'esercizio finanziario 2025.

Nel merito è opportuno sottolineare che, rispetto al passato, la stima di valori target dipende molto di più dalla costruzione del singolo indicatore, dalle modalità con cui si prevede che interventi influiscano sulla sua variazione e dal trend incrementale causato dalla politica stessa nel corso della sua attuazione (Commissione europea, 2020). La valutazione di tali elementi deve essere, pertanto, ben strutturata dal punto di vista metodologico.

Nella progettazione dei propri piani strategici, gli SM sono, inoltre, tenuti a giustificare i target prestabiliti. L'adeguatezza dei valori sarà giudicata sia dai valutatori *ex ante* che dalla Commissione Europea ai fini dell'approvazione dei piani strategici. I fattori chiave che saranno presi in considerazione includono l'uso



dell'esperienza passata, la coerenza tra risultati attesi e risorse finanziarie, l'adozione di fonti di dati affidabili e metodi che tengano conto di possibili cambiamenti nei target, nonché la capacità e le problematiche amministrative (Commissione europea, 2019).

Per questi motivi e in considerazione delle regole più stringenti previste dalla *performance review* è evidente la necessità di un maggiore rigore nella stima rispetto ai periodi di programmazione precedenti. La mancanza di una metodologia armonizzata e basata su dati empirici rende ancora più elevato il rischio di un'elevata soggettività ed incorrere in errori nella definizione dei target. La necessità di utilizzare una metodologia comune ed empiricamente fondata è ancora più sentita in paesi come l'Italia nel passato la stima dei target è stato ad appannaggio della numerosità di AdG titolari dei PSR. A questo proposito, l'obbligo di presentare un solo piano strategico richiede un coordinamento più forte con riferimento alla definizione degli interventi, all'allocazione delle risorse finanziarie e alla stima dei target.

Partendo dalle principali linee guida per la valutazione ex ante (Commissione europea, 2019), la metodologia da adottare per la definizione di target realistici e credibili dovrebbe innanzitutto tenere conto dell'esperienza passata in termini di capacità amministrativa e dei progressi delle AdG nel raggiungimento dei target intermedi e finali in relazione alle risorse finanziarie assegnate e alla spesa realizzata. Questo perché è plausibile ipotizzare che le prestazioni future saranno influenzate da quelle passate. A questo proposito, per il periodo di programmazione 2023-2027, è possibile fare affidamento sui dati di monitoraggio annuale di due precedenti periodi di programmazione che hanno in comune diversi aspetti. Tuttavia, le informazioni sull'esperienza passata potrebbero non essere sufficienti in quanto fattori come eventi imprevisti e modifiche alla capacità amministrativa possono compromettere l'affidabilità delle stime. La metodologia dovrebbe quindi tenere conto di una certa variabilità nei dati. Inoltre, dovrebbe essere in grado di fornire intervalli di previsione in modo da prevedere possibili divergenze e consentire di scegliere chiaramente tra diversi valori obiettivo, da quelli più prudenziali a quelli più ottimistici in relazione al grado di ambizione politica. Il presente documento mira a definire questo tipo di metodologia.

3. Materiali e metodi

3.1. Quadro metodologico

La metodologia¹ utilizzata per stimare i target degli indicatori di risultato può essere logicamente suddivisa in quattro fasi principali: 1) preparazione dei dati; 2) preparazione del modello; 3) definizione dello scenario politico; 4) esecuzione del modello. La prima fase consiste nell'effettuare un'analisi di corrispondenza volta ad individuare indicatori e misure di politica dei periodi di programmazione 2007-2013 e 2014-2020 più coerenti con l'indicatore di risultato considerato e con i relativi interventi (par. 3.2). I dati raccolti sono poi bilanciati per tenere conto della disponibilità dei dati nei diversi periodi. In considerazione della quantità esigua di dati disponibili, il database viene quindi ampliato, al fine di accrescere la capacità di generalizzazione e consentire di validare e verificare le prestazioni delle MFNN (par. 3.3). Nella seconda fase, la migliore architettura delle MFNN viene prima identificata attraverso l'ottimizzazione degli iperparametri. Le MFNN risultanti vengono quindi addestrate e le relative prestazioni valutate (par. 3.4). La fase successiva consiste nella definizione di uno scenario di politica (par. 3.5). Infine, le MFNN, opportunamente addestrate, vengono eseguite per stimare i target futuri. Nei paragrafi seguenti, questi passaggi sono spiegati in modo più dettagliato.

¹ Si fa presente che molti dettagli tecnici sono qui volontariamente esclusi per consentire una lettura più agevole.



3.2. Analisi di corrispondenza tra indicatori

Il presente studio si concentra sull'indicatore di risultato R.1: “Migliorare le prestazioni attraverso la conoscenza e l'innovazione: numero di persone che beneficiano di un sostegno per la consulenza, la formazione, lo scambio di conoscenze o la partecipazione a gruppi operativi del PEI per migliorare le prestazioni economiche, sociali, ambientali, climatiche e di efficienza delle risorse sostenibili” (allegato I del regolamento (UE) n. 2021/2115). L'indicatore R.1 misura i progressi verso il raggiungimento dell'obiettivo trasversale della PAC che consiste nell'ammodernare l'agricoltura migliorando l'accesso alla ricerca, all'innovazione, allo scambio di conoscenze e alla formazione. È uno degli indicatori di risultato obbligatori rispetto agli interventi sopra descritti, soggetto a revisione delle prestazioni. Inoltre, presenta alcune caratteristiche desiderabili per la stima. In primo luogo, i diversi interventi che contribuiscono a questo indicatore possono essere facilmente dedotti dalla sua definizione. In secondo luogo, questi interventi sono molto simili a misure specifiche finanziate nell'ambito dei periodi di programmazione 2014-2020 e 2007-2013 consentendo, quindi, di utilizzare i dati storici.

Sulla base della fiche definita dalla Commissione Europea², l'indicatore R1 è definito come “numero di persone che beneficiano di consulenza, formazione, scambio di conoscenze o che partecipano a gruppi operativi del Partenariato europeo per l'innovazione (PEI) sostenuti dalla PAC al fine di migliorare le prestazioni economiche, sociali, ambientali, climatiche e di efficienza delle risorse sostenibili”.

Per le finalità di sviluppo del metodo di stima, l'indicatore R1 può essere scomposto in tre sotto-indicatori: a) numero di persone che beneficiano della formazione; b) numero di persone che beneficiano della consulenza e c) numero di persone che partecipano ai gruppi operativi del Partenariato europeo per l'innovazione in materia di produttività e sostenibilità dell'agricoltura (PEI-AGRI).

Ciascun sotto-indicatore è correlato ad una tipologia di intervento della PAC 2023-2027, ovvero formazione, consulenza e gruppi operativi.

Per la loro stima è stata effettuata un'analisi di corrispondenza tesa a individuare gli indicatori e le misure dei periodi di programmazione 2014-2020 e 2007-2013 più coerenti con l'indicatore R.1 e con i relativi interventi. Come evidenziato nella Tabella 1, l'analisi ha consentito di mettere in corrispondenza i sotto-indicatori di R1 a) (numero di persone che beneficiano della formazione) e b) (numero di persone che beneficiano della consulenza) con i pertinenti indicatori e le misure di intervento relativi ai periodi di programmazione precedenti. Per essi, infatti, si è constatata una continuità nella definizione e nel metodo di calcolo.

Mentre, per il sotto-indicatore di R1 c) (numero di persone che partecipano ai gruppi operativi del Partenariato europeo per l'innovazione in materia di produttività e sostenibilità dell'agricoltura (PEI-AGRI)) non è stato possibile trovare una corrispondenza esatta con indicatori in uso per i PSR precedenti.

Per esso, infatti, l'indicatore pertinente quantificava l'output relativo al “numero di iniziative di cooperazione sovvenzionate” per il ciclo 2007-2013 e quello relativo al “numero di gruppi operativi del PEI da finanziare (costituzione e gestione) (16.1)” per il ciclo 2014-2020.

² Si fa riferimento al documento relativo alle fiche degli indicatori della Commissione Europea 04/03/2022 – Version 6.0.



TABELLA 1: TAVOLA DI CORRISPONDENZA TRA L'INDICATORE R.1 E GLI INDICATORI DEI PERIODI DI PROGRAMMAZIONE 2007-2013 E 2014-2020

Indicatore di risultato	Sotto-indicatori / interventi	Indicatori di output / Misure	
		PSR 2007-2013	PSR 2014-2020
R.1 – Migliorare le prestazioni attraverso la conoscenza e l'innovazione	a) Numero di persone che beneficiano di un sostegno per la formazione (formazione)	O111 – Numero di partecipanti alla formazione (Misura 111 “Azioni nel campo della formazione professionale e dell'informazione”) O331 – Numero di operatori economici sovvenzionati (Misura 331 “Formazione e informazione”)	O12 – Numero di partecipanti alla formazione (Misura 1.1 “Azioni di formazione professionale e acquisizione di competenze”)
	b) Numero di persone che beneficiano di un sostegno per la consulenza (consulenza)	O114 – Numero di agricoltori e proprietari di foreste beneficiari (Misura 114 “Utilizzo dei servizi di consulenza”)	O13 – Numero di beneficiari che hanno ricevuto una consulenza (Misura 2 “Servizio di consulenza, di sostituzione e di assistenza alla gestione delle aziende agricole”)
	c) Numero di persone che partecipano ai gruppi operativi del PEI-AGRI (innovazione)	Numero di partner nei progetti di cooperazione* (Misura 124 “Cooperazione per lo sviluppo di nuovi prodotti, processi, tecnologie nel settore agricolo, alimentare, forestale”)	Numero di partner nei gruppi operativi dei PEI-AGRI* (Misura 16.1 “Sostegno per la costituzione e la gestione dei gruppi operativi del PEI in materia di produttività e sostenibilità dell'agricoltura”)

*Questo indicatore non era previsto dalla regolamentazione applicabile.

3.3. Dataset e metodi di elaborazione

I dati utilizzati per la stima dei target tramite MFNN provengono dal dataset di monitoraggio e valutazione gestito dalla Rete Rurale Nazionale (RNN) per i periodi di programmazione 2007-2013 e 2014-2020. Il database contiene informazioni estratte dalle relazioni annuali di attuazione (RAA) inviate alla Commissione Europea e relative alla spesa programmata, alla spesa realizzata (vale a dire ai pagamenti ai beneficiari) e ai valori annuali degli indicatori della PAC per tutte le AdG e le misure del PSR.

I dati si riferiscono a periodi di diversa durata. Per il PSR 2007-2013, i dati sugli indicatori sono disponibili per un periodo di nove anni (dal 2007 al 2015), mentre per il PSR 2014-2020, nel momento in cui viene condotta questa ricerca, riguardano cinque esercizi finanziari (dal 2016 al 2020). Al fine di bilanciare la diversa ampiezza delle serie storiche per i due periodi considerati, gli output relativi al PSR 2007-2013 vengono prima ridistribuiti su un periodo di sette anni, che corrisponde al periodo di previsione analizzato. Vengono quindi calcolate le percentuali medie di realizzazione e, a partire da queste percentuali, vengono ristimati i valori annuali degli indicatori di output per entrambi i periodi di programmazione (Tabella 2). In questo modo, le previsioni annuali dei valori target si basano sulle percentuali medie storiche di realizzazione degli output su un periodo di sette anni (Tabella 3). Tuttavia, dal momento che gli output totali non vengono modificati, la capacità storica di realizzazione nei diversi periodi di programmazione, ovvero il rapporto tra output totali e spesa realizzata, che deve essere appresa dalle MFNN, rimane inalterata.



Il dataset è costituito da poche osservazioni (Tabella 4) rendendo problematico l'addestramento di una rete neurale. Un primo problema è che la MFNN sarà in grado di memorizzare in maniera efficace il set di dati di addestramento, ma avrà un comportamento deludente su dati che non sono mai stati osservati (*overfitting*). Un secondo problema è che un esiguo dataset riduce la possibilità di descrivere adeguatamente la struttura dello spazio di input e le relazioni con gli output.

Al fine di limitare tali problematiche, il dataset viene aumentato di 100 volte aggiungendo rumore statistico³ ai dati relativi alla spesa programmata, alla spesa realizzata e agli output conseguiti annualmente.

Successivamente, i dati vengono normalizzati tra 0 e 1 in modo da poter applicare efficacemente le MFNN. Il dataset risultante viene poi suddiviso casualmente in tre set di dati per l'addestramento (60%), la validazione (20%) e la verifica (20%) delle MFNN.

TABELLA 2 – ESEMPIO DI CALCOLO DELLE PERCENTUALI MEDIE DI REALIZZAZIONE PER GLI INDICATORI UTILIZZATI PER LA STIMA DEL “NUMERO DI PERSONE CHE BENEFICIANO DEL SOSTEGNO PER LA FORMAZIONE”

	PSR 2007-2013									Totale
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
Indicatore O111 (A)	0	0	0	280	558	0	434	197	339	1808
Indicatore O111 (2007-2013)	0	0	0	280	558	0	434	-	-	1272
% su 7 anni (2007-2013) (B)	0	0	0	22	44	0	34	-	-	100
Indicatore O111 (C = Totale A x B)	0	0	0	398	793	0	617	-	-	1808
	PSR 2014-2020									Totale
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	
Indicatore O12 (D)	4	2	1	64	205	-	-	-	-	276
	Periodo di implementazione della politica (anni)									Totale
	1	2	3	4	5	6	7	-	-	
Somma di indicatori (C+D)	4	2	1	462	998	0	617	-	-	2084
% di realizzazione media	0,19	0,10	0,05	22,17	47,89	0,00	29,61	-	-	100,0
Indicatore O111 (ristimato)	3	2	1	401	866	0	535	-	-	1808
Indicatore O12 (ristimato)	1	0	0	61	132	0	82	-	-	276

Note: per semplicità di calcolo, l'indicatore O331 non viene considerato in questo esempio. Nei casi in cui gli output del PSR 2007-2013 sono prodotti solo a partire dall'ottavo anno (2014 e 2015), la somma degli output prodotti è attribuita al settimo anno (2013).

³ L'aggiunta di rumore statistico al set di dati è approccio ampiamente diffuso per ridurre l'errore di generalizzazione e migliorare la capacità di analisi delle relazioni tra variabili consiste nell'introdurre. In questo modo è possibile ampliare le dimensioni del dataset e creare diversi sottoinsiemi per l'addestramento, la validazione e la verifica (test). Il tipo più comune di perturbazione consiste nell'aggiungere rumore gaussiano alle variabili (Domingo-Ferrer *et al.*, 2004).



TABELLA 3 – PERCENTUALI MEDIE DI REALIZZAZIONE DEGLI OUTPUT UTILIZZATI PER LA STIMA DELL'INDICATORE DI RISULTATO R.1 PER AUTORITÀ DI GESTIONE SU UN PERIODO DI 7 ANNI, PSR 2007-2013 E PSR 2014-2020 (VALORI CUMULATI)

Autorità di gestione	Periodo di implementazione della politica (anni)							Deviazione standard*
	1	2	3	4	5	6	7	
Abruzzo	0.2	0.3	0.4	17.5	54.6	54.6	100	18.6
Basilicata	0	11.4	23.5	23.5	23.5	36	100	21.8
Calabria	0.5	1.1	1.1	3.8	64.4	95.2	100	22.4
Campania	0.7	2.2	9.1	49.3	77.5	84.3	100	13.6
Emilia-Romagna	6.6	19.5	37.6	60.2	74	96.9	100	6.8
Friuli V. Giulia	0	0	31.8	81.9	100	100	100	19.1
Lazio	1.5	2.1	8.7	62.1	72.2	72.2	100	18.9
Liguria	0.1	0.1	0.1	18	38.1	95.5	100	19.9
Lombardia	0	0.1	22.4	36.8	39.7	65.3	100	12.3
Marche	10.7	10.9	13.3	39.4	91.2	99.9	100	18.8
Molise	0	0	0	7.3	11.5	11.5	100	32.2
P.A. Bolzano	0.2	0.7	40.5	48	91.3	93.6	100	17.8
P.A. Trento	0.1	0.5	0.7	6.8	43.6	78.6	100	15.3
Piemonte	6.8	23.1	29.8	55.6	65	87	100	6.7
Puglia	0	0	1.3	2.5	8	54.5	100	20.8
Sardegna	0	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	100	37.1
Sicilia	0	0	0.3	1.5	16	39.5	100	21.4
Toscana	29.6	29.7	41.7	49.5	86.9	95	100	12.0
Umbria	1.2	2.8	14.3	54.3	99.5	99.5	100	18.9
Valle d'Aosta	0	0	0	16	58.4	58.4	100	18.8
Veneto	1.6	15.1	34.3	53.4	75.2	85.9	100	3.9

* Calcolata sulla differenza tra le percentuali di un dato anno rispetto al precedente. Valori più bassi indicano una progressione più lineare mentre valori più alti indicano una maggiore accelerazione.

TABELLA 4 – DATABASE DI MONITORAGGIO: NUMERO DI OSSERVAZIONI PER TIPO DI SOTTO-INDICATORE

Sotto-indicatori di risultato R.1	Dati originari	Dati rimanenti*	Dati aumentati
a) Numero di persone che beneficiano di un sostegno per la formazione	63	46	4.600
b) Numero di persone che beneficiano di un sostegno per la consulenza	42	32	3.200
c) Numero di persone che partecipano ai gruppi operativi del PEI-AGRI	42	34	3.400
Totale	147	112	11.200

* Nei casi in cui le misure PSR corrispondenti agli indicatori di output associati ai sotto-indicatori di risultato R.1 non siano attivate o non siano stati ancora realizzati output, tutte o alcune variabili risultano nulle. In queste circostanze, le relative osservazioni sono escluse dall'analisi riducendo quindi la disponibilità dei dati.



3.4. Costruzione delle reti neurali

Una rete neurale è un'astrazione di un sistema nervoso centrale con il quale condivide due caratteristiche importanti: l'elaborazione parallela delle informazioni e l'apprendimento e la generalizzazione dall'esperienza (Zhang, 2010). L'elemento chiave è la struttura del sistema di elaborazione delle informazioni, caratterizzato da neuroni o nodi, che sono altamente interconnessi tra loro. Tra le reti neurali, la MFNN è la più studiata e utilizzata in pratica (si veda il Box 1 per una rapida spiegazione).

BOX 1 - La rete neurale con flusso in avanti multistrato (MFNN)

Una rete neurale con flusso in avanti (*feedforward*) multistrato (MFNN) è composta da uno strato di input, uno o più strati nascosti e uno strato di output. Ogni strato è costituito da neuroni che sono collegati a quelli dello strato successivo attraverso legami di connessione più o meno forti. Il flusso di informazioni è unidirezionale, dallo strato di input, a quello nascosto, fino allo strato di output (da qui il termine *feedforward*). I neuroni presenti nello strato di input non elaborano informazioni ma sono utilizzati per ricevere i dati in ingresso per poi trasferirli ai neuroni dello strato successivo. Al contrario, i neuroni degli strati nascosti sono collegati sia ai neuroni dello strato di input che a quelli di output e sono fondamentali per apprendere la struttura dei dati e per mappare la relazione tra le variabili. Ogni neurone elabora le informazioni in due fasi. Nella prima, gli input vengono combinati per ottenere una somma ponderata di input e dell'intensità dei legami di connessione. Nella seconda, si esegue una trasformazione che converte la somma in un output tramite una funzione di trasferimento. La peculiarità di questa funzione è di introdurre non linearità all'interno del modello di apprendimento.

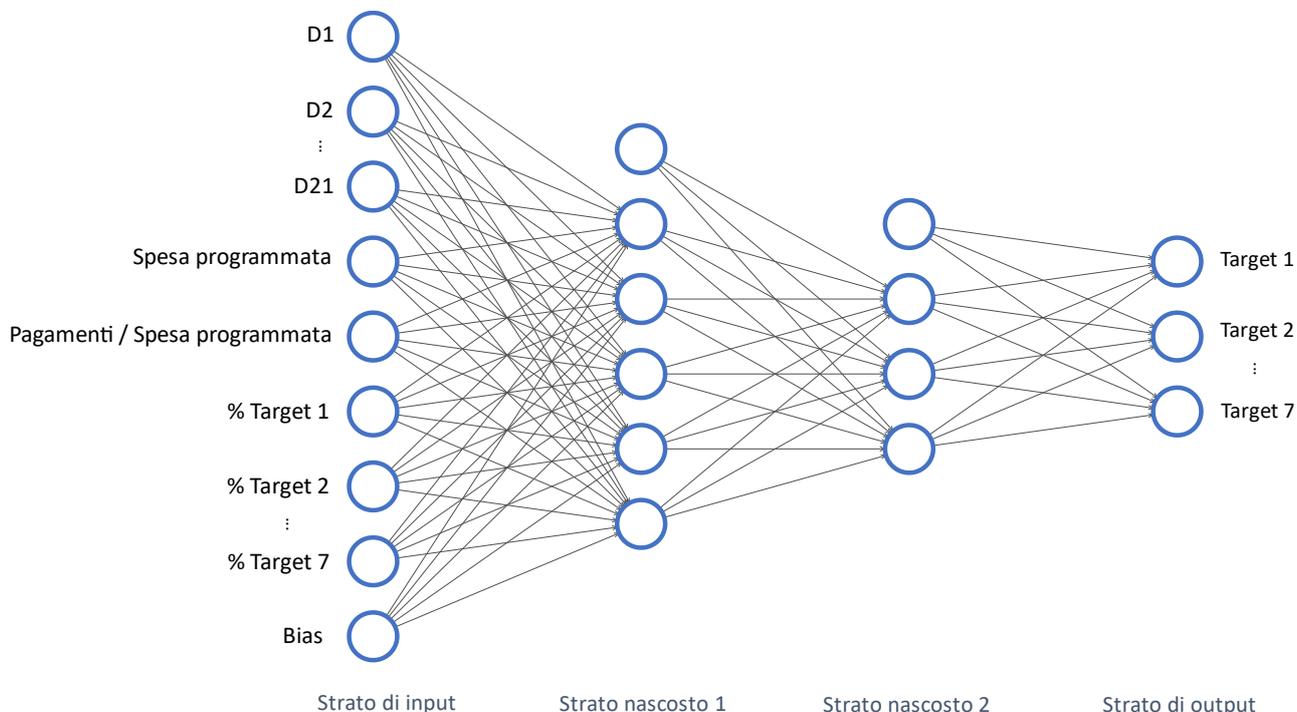
In questo studio vengono costruite tante MFNN quanti sono i sotto-indicatori che compongono l'indicatore di risultato R.1 in modo da tenere in considerazione le diverse caratteristiche degli interventi sottostanti. Ciascuna MFNN è costituita da uno strato di input formato da 30 neuroni, che rappresentano le variabili indipendenti analizzate (Figura 1). 21 corrispondono alle regioni e alle province autonome (indicate in figura con D1, D2, ..., D21). L'inclusione di questi neuroni è finalizzata a cogliere le specificità regionali in considerazione dell'esistenza di tanti diversi PSR quante sono le AdG. Due ulteriori neuroni identificano rispettivamente la spesa programmata relativa alla misura del PSR associata a un dato indicatore target e il rapporto tra spesa realizzata e spesa programmata. Quest'ultimo serve per catturare la capacità di realizzazione dell'AdG e consentire all'analista di modificarne il valore in base alle prestazioni storiche delle AdG in modo da poter produrre previsioni più realistiche. Altri sette neuroni raccolgono le percentuali cumulate di realizzazione dei target su un periodo di sette anni di attuazione delle politiche. Un ultimo neurone dello strato di input è il cosiddetto *bias*, assimilabile al termine costante nell'analisi di regressione. Lo strato di output è composto da sette neuroni, che identificano le variabili dipendenti rappresentate dai valori cumulati dell'indicatore target su un periodo di sette anni. Il numero di strati nascosti e dei relativi nodi, nonché il tipo di funzione di trasferimento, non sono predefiniti ma vengono ricercati tramite procedure di ottimizzazione. Ulteriori iperparametri che vengono ottimizzati sono quelli che influenzano maggiormente le prestazioni di una MFNN (Wu *et al.*, 2019).



Il modello ritenuto migliore e utilizzato per le previsioni è quello che ottiene l'errore più basso sul dataset di validazione durante l'addestramento⁴.

Nella Tabella A.1 sono riportate le statistiche relative alle prestazioni delle MFNN da cui emergono una elevata capacità previsionale e di generalizzazione da parte delle reti neurali⁵.

FIGURA 1 - STRUTTURA DELLE MFNN UTILIZZATE PER LA STIMA DEI SOTTO-INDICATORI CHE COMPONGONO L'INDICATORE DI RISULTATO R.1



Nota: il numero di nodi e di strati nascosti mostrato in figura è solo indicativo in quanto ottenuto mediante ottimizzazione.

⁴ L'addestramento avviene mediante utilizzo dell'algoritmo "Adam", uno dei metodi più utilizzati di ottimizzazione (Kingma e Ba, 2014). Per limitare ulteriormente il problema dell'*overfitting*, la procedura di addestramento viene interrotta nel momento in cui, trascorso un certo numero di epoche, non si assiste più ad un miglioramento nella capacità previsionale calcolata sul dataset di validazione.

⁵ Le prestazioni della rete neurale vengono valutate rispetto al dataset di test e misurate tramite il coefficiente di determinazione, R^2 , e l'errore percentuale medio assoluto (EPMA). Come noto, R^2 varia da 0 a 1 e indica quanta variabilità dei dati di risposta attorno alla media è spiegata dal modello. Diversamente, l'EPMA varia da 0 a infinito. Minore è il valore, maggiore è in media l'accuratezza delle previsioni. L'EPMA, calcolato per differenze negative e positive tra output "veri" e stimati, è inoltre utilizzato per calcolare un intervallo medio di previsione individuando, rispettivamente, gli estremi inferiore e superiore dell'intervallo in cui ricade una determinata previsione.



3.5. Definizione dello scenario di politica

Per eseguire le MFNN e prevedere i target futuri, è necessario definire uno scenario di politica in termini di distribuzione della spesa programmata tra Regioni e di capacità di pagamento. A titolo sperimentale e allo scopo di testare le potenzialità del modello, si ipotizza anzitutto che la spesa programmata totale per il periodo 2023-2027 coincida con le risorse stanziare per finanziare lo sviluppo rurale nel piano strategico nazionale, equivalenti a 10.124 milioni di euro dal 2023 al 2027, pari a 6.749 milioni di euro di fondi europei e cofinanziamento nazionale. Inoltre, si assume che l'attuale ripartizione percentuale della spesa tra Regioni e le tipologie di intervento venga mantenuta anche in futuro e che tutta la spesa programmata sia realizzata.

La ripartizione regionale della spesa tra gli interventi relativi alla formazione, alla consulenza e all'innovazione avviene moltiplicando le percentuali di spesa programmata relative, rispettivamente, alle misure 1.1, 2 e 16.1 del PSR 2014-2020 per la spesa totale 2023-2027 di ciascuna Regione (Tabella 5). Le percentuali delle misure considerate si riferiscono alla spesa programmata in ciascuna Regione per il periodo 2014-2020 sulla base dei dati di monitoraggio a livello regionale aggiornati al 31 dicembre 2020.

TABELLA 5 - DATI UTILIZZATI PER LA STIMA DELLA SPESA PROGRAMMATA PER AUTORITÀ DI GESTIONE PER IL PERIODO 2023-2027 (IN %)

Autorità di gestione	Spesa programmata			
	2014-2022	2014-2020		
		Misura 1.1	Misura 2	Misura 16.1
Abruzzo	2,6	0,76	0,83	0,42
Basilicata	3,6	0,80	0,36	0,41
Calabria	5,8	0,42	0,52	0,19
Campania	9,5	0,58	0,55	0,82
Emilia-Romagna	6,4	1,17	0,24	3,71
Friuli V. Giulia	1,6	1,20	0,00	0,86
Lazio	4,4	0,64	0,56	0,40
Liguria	1,7	0,83	0,88	0,75
Lombardia	6,2	0,18	0,64	1,00
Marche	3,5	0,57	0,72	2,25
Molise	1,1	0,98	0,90	1,93
Bolzano	2,0	0,39	0,00	0,44
Trento	1,6	0,48	0,00	1,34
Piemonte	5,9	0,85	1,15	1,49
Puglia	8,7	0,80	0,68	0,19
Sardegna	6,9	0,00	0,43	0,83
Sicilia	11,6	0,22	0,14	1,24
Toscana	5,2	0,51	1,48	0,10
Umbria	4,8	0,81	0,29	0,95
Valle d'Aosta	0,7	0,29	0,00	0,00
Veneto	6,3	1,76	1,36	0,38
Italia	100,0	0,64	0,59	0,97



4. Risultati

La Tabella 6 riporta i valori cumulati previsti dei target relativi all'indicatore R.1 su un periodo di sette anni. Sono ottenuti come somma di quelli stimati applicando le MFNN ai vari sotto-indicatori che compongono l'indicatore R.1. I risultati dettagliati per ciascun sotto-indicatore sono mostrati nelle Tabelle A.2, A.3 e A.4 in appendice. Dai risultati emerge che, a livello nazionale, lo stanziamento di 221 milioni di euro (corrispondenti alla somma dei fondi assegnati a livello regionale) consente di raggiungere circa 141 mila persone che beneficiano di un sostegno per la formazione, la consulenza e l'innovazione al termine del settennio. Il valore "vero" può variare tra il 22% in meno (133 mila persone) e il 37% in più (235 mila persone) rispetto al valore stimato. Questo significa che prudenzialmente potrebbero essere definiti target con valori inferiori del 22% rispetto a quelli stimati in modo da ridurre il rischio di sovrastime ed eventuali penalizzazioni. Da tenere conto, tuttavia, che la *performance review* comporta richieste di misure correttive nel caso in cui il target raggiunto sia inferiore del 35% rispetto al valore prefissato. Pertanto, la stima puntuale ottenuta dal modello potrebbe essere mantenuta anche senza applicare fattori correttivi. In senso opposto, nel caso in cui si volessero perseguire obiettivi più ambiziosi, i target potrebbero invece essere definiti con valori superiori del 37%.

Veneto e Piemonte sono le regioni con il maggior numero di beneficiari (oltre 30 mila persone). Si caratterizzano inoltre per i più alti livelli di spesa programmata, con oltre 20 milioni di euro. Solo l'Emilia-Romagna si colloca al di sopra con circa 33 milioni di euro. Tra le regioni con elevati livelli di spesa ricadono anche Campania e Sicilia.

Il modello consente di prevedere quella che potrebbe essere la progressione delle AdG nella realizzazione dei propri target. A tale riguardo, le stime indicano che la maggior parte delle Regioni inizi a realizzare i propri target dal primo anno di attuazione delle politiche. Le eccezioni sono rappresentate da Basilicata, Friuli-Venezia Giulia, Lombardia, Puglia, Sardegna, Sicilia e, soprattutto, Molise che ci si attende inizi a realizzare i propri target solo a partire dal quarto anno.

Il comportamento delle AdG in termini di progressione appare chiaramente dalla Figura 2 che riporta le percentuali annue di raggiungimento dei target. Barre della stessa lunghezza indicano una progressione graduale mentre barre estremamente lunghe evidenziano un'accelerazione improvvisa. Se le barre più lunghe si collocano alla destra del grafico questa fase di accelerazione nella realizzazione dei target avviene alla fine del periodo di programmazione. Come si può notare, si prevede che più della metà delle AdG realizzi i propri target in modo repentino, soprattutto in prossimità della fine del periodo di programmazione. Ciò è particolarmente evidente nei casi della Sardegna e del Molise. Emergono anche Regioni con un tasso di progressione più lineare quali Veneto ed Emilia-Romagna, coerentemente con le prestazioni passate (cfr. Tabella 3).

Rapportando i target previsti alla spesa programmata, è possibile ottenere informazioni in merito ai livelli di efficienza della spesa. Come si evince dalla Figura 3, alcune Regioni si distinguono dalle altre, ossia Umbria, P.A. Bolzano, Toscana, Piemonte, Valle d'Aosta, P.A. Trento, Veneto, con oltre mille persone per milione di euro, e il Friuli-Venezia Giulia, che si prevede possa raggiungere più di duemila persone.



TABELLA 6 – TARGET PREVISTI PER L'INDICATORE DI RISULTATO R.1 PER AUTORITÀ DI GESTIONE E ANNO DI IMPLEMENTAZIONE DELLA POLITICA (VALORI CUMULATI)

Autorità di gestione	Spesa programmata (Mio €)	Periodo di implementazione della politica (anni)						
		1	2	3	4	5	6	7
Abruzzo	5,2	7	8	9	365	1.102	1.102	2.569
Basilicata	4,4	0	144	144	144	144	264	1.317
Calabria	6,7	25	27	33	117	1.381	2.116	3.255
Campania	18,9	71	160	713	6.378	8540	9.466	11.609
Emilia-Romagna	32,9	1.438	2.758	6.069	9.712	11.982	16.202	16.650
Friuli V. Giulia	3,3	0	0	2.023	4.959	6.811	6.811	6.811
Lazio	7,2	206	215	728	3.836	3.993	4.355	5.274
Liguria	4,1	4	4	5	363	708	1.383	2.069
Lombardia	11,4	0	2	648	844	1.232	1.473	3.305
Marche	12,7	632	635	642	1.168	3.399	3.685	3.685
Molise	4,4	0	0	0	113	119	119	701
P.A. Bolzano	1,6	3	13	806	994	2.061	2.061	2.066
P.A. Trento	3,0	5	46	55	455	2.197	3.135	5.303
Piemonte	20,6	2.436	5.547	8.014	17.347	20.396	29.959	30.808
Puglia	14,7	0	0	62	123	281	2.792	5.214
Sardegna	8,8	0	77	77	90	90	93	1.906
Sicilia	18,6	0	0	39	65	469	936	2.425
Toscana	11,0	3.454	3.454	5.249	7.214	12.679	14.802	15.568
Umbria	9,9	148	256	1.561	4.445	9.658	9.661	10.159
Valle d'Aosta	0,2	0	0	0	79	333	333	333
Veneto	22,2	1.003	6.260	11.688	20.474	28.794	30.063	40.510
Italia	221,8	9.432	19.606	38.565	79.285	116.369	140.811	171.537
Intervallo medio di previsione*: [-22,3%, +37,2%]								

* Indica di quanto, in media, il target "vero" potrebbe discostarsi dal target stimato.

Nota: si ipotizza che la percentuale di spesa realizzata sia pari al 100% per tutte le Autorità di gestione. L'intervallo medio di previsione indica di quanto, in media, il target "vero" si discosta dal target stimato.



FIGURA 2 – TARGET PREVISTI PER L'INDICATORE DI RISULTATO R.1 PER AUTORITÀ DI GESTIONE E ANNO DI IMPLEMENTAZIONE DELLA POLITICA (IN %)

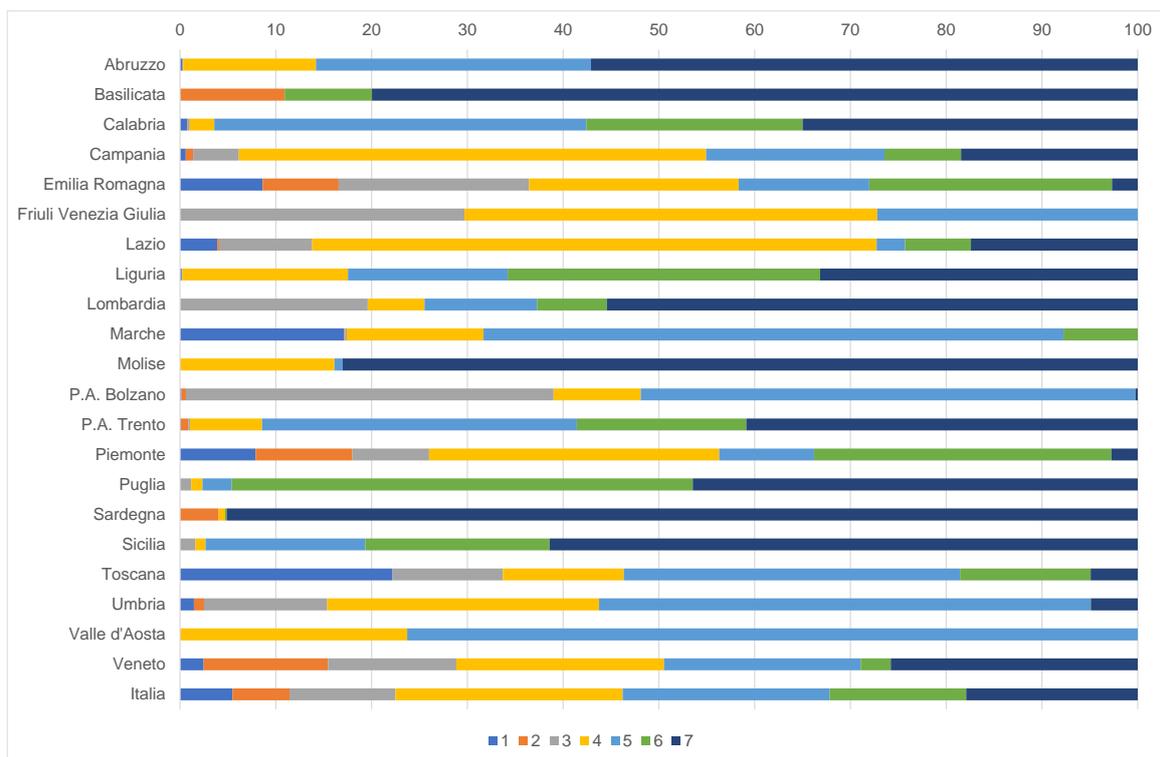
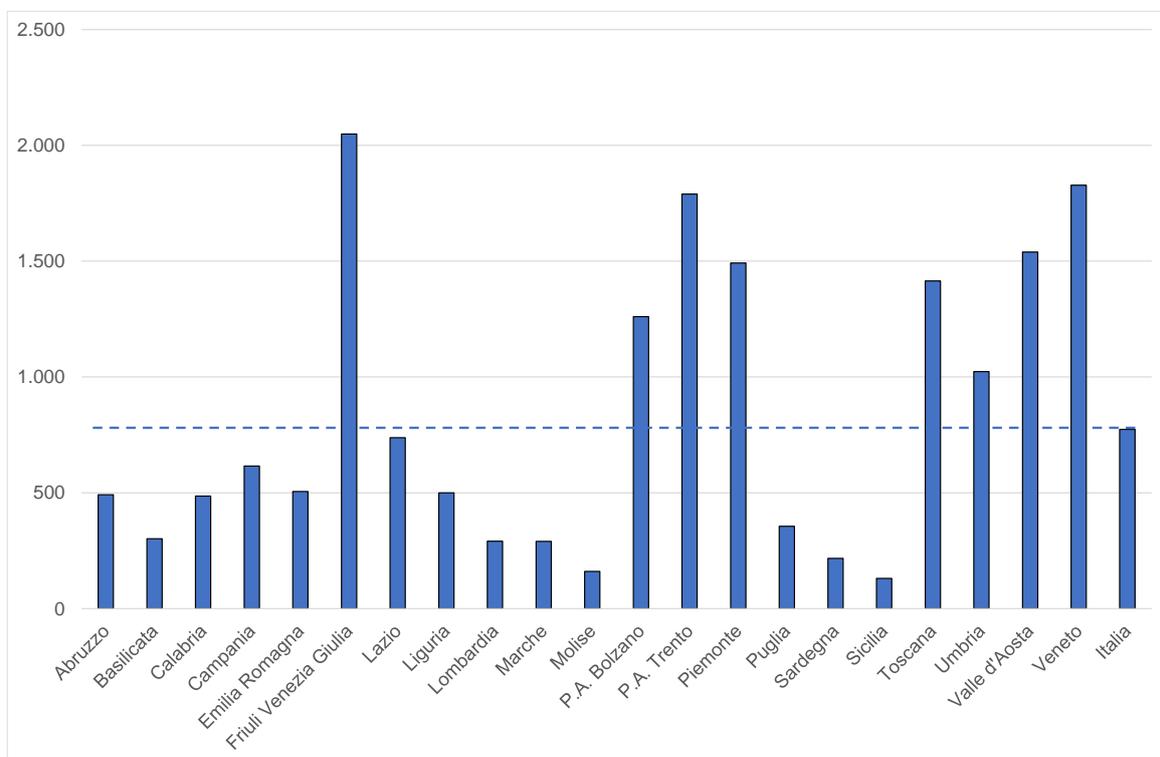


FIGURA 3 – INDICI DI EFFICIENZA - RAPPORTO TRA TARGET FINALI PREVISTI PER L'INDICATORE DI RISULTATO R.1 E SPESA PROGRAMMATA PER AUTORITÀ DI GESTIONE (PER MILIONE DI EURO)





5. Implicazioni e soluzioni pratiche

L'utilità e il potenziale d'impiego del modello proposto in questo documento hanno diverse implicazioni pratiche e anche metodologiche.

La prima riguarda il motivo stesso per il quale il modello è stato costruito, ossia la sua applicazione per la stima di valori target realistici degli indicatori di PSP per singola amministrazione responsabile di interventi PAC e per singola annualità.

Le reti neurali, di per sé, richiedono la disponibilità di una quantità relativamente consistente di dati per poter essere applicate in modo efficace. A questo proposito, la numerosità dei PSR italiani e i relativi indicatori determinati per due diversi periodi di programmazione, di fatto, ha rappresentato un vantaggio in termini di disponibilità di dati su è stato possibile istruire il modello rispetto, ad esempio, altri Stati membri in cui, evidentemente, si potrebbe far leva su serie storiche meno consistenti.

In ogni caso, lo studio qui riportato ha messo in evidenza come la carenza di dati possa essere adeguatamente superata attraverso l'impiego di tecniche di ampliamento del dataset originale tramite dati artificiali; questo rende possibile l'applicazione di reti neurali e, anche, aumenta la loro capacità di generalizzazione.

L'applicazione del metodo implica il raccordo degli indicatori lungo la serie storica. Alcuni indicatori previsti per il 2023-2027, infatti, non hanno una perfetta corrispondenza metodologica con quelli relativi ai periodi precedenti e, inoltre, la contribuzione di un determinato intervento ad un indicatore di risultato può variare in relazione alle scelte delle amministrazioni. Questo significa che prima di costruire la serie storica è necessario definire, anche insieme alle amministrazioni responsabili, la corrispondenza tra indicatori applicati nei diversi periodi di programmazione e tra i primi e gli interventi da realizzare.

Il modello basa le sue stime sulle performance dei PSR realizzate nel passato in relazione agli specifici interventi a cui sono correlati gli indicatori target e per le singole annualità di attuazione dei PSR.

È evidente che le prestazioni possono variare poiché l'efficacia delle politiche potrebbe migliorare o anche peggiorare a causa di fattori, più o meno dirompenti rispetto al passato, quali una maggiore o minore semplificazione amministrativa e l'insorgere di eventi imprevedibili quali, ad esempio, i terremoti del centro Italia del periodo 2016-2017 o la pandemia da COVID-19, all'origine di numerosi ritardi nell'attuazione delle politiche nelle regioni più colpite. Tuttavia, l'ampliamento della base dati mediante l'aggiunta di rumore statistico ai dati storici consente di contrastare l'influenza di eventi stocastici sul modello, inserendo una certa variabilità rispetto agli andamenti passati. Inoltre, gli intervalli di previsione possono essere utilizzati per tenere conto di eventuali cambiamenti nelle performance dei PSR realizzate nel passato.

Dal punto di vista metodologico, il modello utilizzato richiede, per la sua costruzione e gestione, competenze avanzate in materia di analisi statistiche che possono non essere diffuse. A questo proposito, la RRN ha previsto la condivisione della metodologia attraverso il presente documento e, anche, la messa a disposizione di un'applicazione online già addestrata che può essere utilizzata per la stima dei valori target, inerendo le variabili di input finanziario o di output/risultato atteso.

6. Conclusioni e prospettive per la programmazione PAC 2023-2027

In questo documento è stato presentato un metodo di stima dei valori target utilizzabile per la determinazione degli indicatori e per la valutazione ex-ante del PSP 2023-2027. Il metodo è costruito su un



modello di apprendimento automatico basato sulle reti neurali con flusso in avanti multistrato (MFNN-*Multilayer Feedforward Neural Networks*) e utilizza i dati storici relativi alle realizzazioni (output) dei PSR registrati per i periodi di programmazione dei PSR 2007-2013 e 2014-2020, disponibili nel [database nazionale](#) sul monitoraggio e la valutazione della PAC gestito dalla RRN.

Per finalità di esemplificazione, è stato presentato un caso di studio relativo al solo indicatore R.1 - Migliorare le prestazioni attraverso la conoscenza e l'innovazione, ma, evidentemente, il modello è mutabile per la stima di tutti gli altri indicatori della PAC, a condizione che siano disponibili adeguate serie storiche di dati relativi alle variabili sulla cui base essi devono essere costruiti.

I test realizzati sul metodo ne hanno dimostrato la robustezza dal punto di vista scientifico e l'affidabilità delle stime; questo ne garantisce l'utilizzabilità per giustificare e motivare adeguatamente le scelte delle amministrazioni in materia di target intermedi e finali e alle risorse finanziarie da allocare sugli interventi.

Il modello, evidentemente, può essere utile per affrontare la sfida relativa alla buona attuazione del quadro di verifica dell'efficacia della PAC, per il quale la definizione del piano degli indicatori, la stima dei target e le verifiche sul raggiungimento dei livelli desiderati appaiono quantomai sfidanti per le amministrazioni italiane di tutti i livelli, considerate le specificità della programmazione e implementazione del PSP.

Il metodo rispetta, inoltre, alcuni criteri cruciali di utilità e utilizzabilità per la determinazione degli indicatori target.

Il primo riguarda la raggiungibilità dei valori stimati per i target; condizione, questa, verificata dal fatto che il metodo è in grado di produrre stime coerenti con le effettive capacità di realizzazione dimostrate dalle singole amministrazioni nel passato in relazione agli specifici interventi a cui sono correlati gli indicatori target e per le singole annualità di attuazione dei PSR.

È chiaro che, come per tutti i modelli predittivi di analisi statistica, le stime potrebbero non essere confermate a causa di variazioni nelle capacità delle amministrazioni o, anche, di eventi stocastici, che potrebbero cambiare i contesti di attuazione del PSP. Al riguardo, come evidenziato nello studio, il modello proposto è in grado di tenere in adeguata considerazione tali cambiamenti aggiungendo rumore statistico ai dati storici utilizzati e calcolando i diversi intervalli di previsione.

In ogni caso, il modello potrà essere applicato per verificare la realistica dei valori target nel corso del ciclo di programmazione proprio in relazione allo stato di attuazione degli interventi.

Il secondo criterio è la realistica delle stime, ossia la rilevanza rispetto agli obiettivi predefiniti per i singoli interventi. Il modello di stima è sensibile rispetto alle scelte delle amministrazioni in merito alla correlazione tra risultati attesi e specifico intervento e quindi consente di determinare stime realistiche.

La flessibilità del modello permette, inoltre, un uso inverso a quello previsto dalla regolamentazione, ma pur sempre applicabile e a cui le amministrazioni e la politica sono particolarmente sensibili: partire dalla predeterminazione dei target attesi per poter determinare il valore ottimale della spesa programmata da allocare per intervento correlato. Questa possibilità è già offerta dal modello qui sviluppato ma l'individuazione del valore ottimo (o vicino all'ottimo) può avvenire, al momento, solo per tentativi ed errori.

È interessante, infine, la capacità del metodo di restituire stime di dettaglio per amministrazione e per annualità. Questo consente di mantenere un adeguato livello di responsabilizzazione rispetto alle stime dei target e alla verifica sul loro effettivo raggiungimento.



Riferimenti bibliografici

- Cagliero, R., Licciardo, F., Legnini, M. (2021). The evaluation framework in the new CAP 2023–2027: A reflection in the light of lessons learned from rural development. *Sustainability (Switzerland)*, 13(10). <https://doi.org/10.3390/su13105528>.
- Domingo-Ferrer, J., Sebé, F., Castellà-Roca, J. (2004). On the Security of Noise Addition for Privacy in Statistical Databases. In J. Domingo-Ferrer & E. Magkos (Eds.), *Privacy in Statistical Databases* (pp. 149–161). https://doi.org/10.1007/978-3-540-25955-8_12
- Commissione europea (2006). *Rural Development 2007–2013: Handbook on Common Monitoring and Evaluation Framework - Guidance document*. Brussels, Belgium.
- Commissione europea (2015). *Synthesis of ex ante evaluations of rural development programmes 2014–2020*. <https://doi.org/10.2762/188333>
- Commissione europea (2017). *Technical Handbook on the Monitoring and Evaluation Framework of the Common Agricultural Policy 2014 – 2020*. Link: https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/food-farming-fisheries/key_policies/documents/technical-handbook-monitoring-evaluation-framework_june17_en.pdf
- Commissione europea (2019). *Tool 3.3 - Appraisal of quantified target values and milestones*. Link: https://enrd.ec.europa.eu/sites/default/files/evaluation_publications/tool_3_3_targets.pdf
- Commissione europea (2020). *Smart Guide to Cluster Policy Monitoring and Evaluation*. <https://doi.org/10.2826/519400>.
- Commissione europea (2021) Regolamento (UE) n. 2021/2115.
- Corte dei conti europea (2017). *Rural Development Programming: less complexity and more focus on results needed*. Link: https://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/SR17_16/SR_RURAL_DEV_EN.pdf
- Kingma, D. P., Ba, J. (2014). Adam: A Method for Stochastic Optimization. *ArXiv:1412.6980 [Cs.LG]*, 1–15. Link: <http://arxiv.org/abs/1412.6980>.
- Kujawa, S., Niedbała, G. (2021). Artificial Neural Networks in Agriculture. *Agriculture*, 11(6), 497. <https://doi.org/10.3390/agriculture11060497>.
- Wu, J., Chen, X. Y., Zhang, H., Xiong, L. D., Lei, H., Deng, S. H. (2019). Hyperparameter optimization for machine learning models based on Bayesian optimization. *Journal of Electronic Science and Technology*, 17(1), 26–40. <https://doi.org/10.11989/JEST.1674-862X.80904120>.
- Zhang, G. P. (2010). Neural Networks For Data Mining. In O. Maimon & L. Rokach (Eds.), *Data Mining and Knowledge Discovery Handbook* (pp. 419–444). <https://doi.org/10.1007/978-0-387-09823-4>.



Appendice

TABELLA A.1 – PRESTAZIONI DELLE MFNN SUL DATASET DI TEST PER TIPO DI INDICATORE

Statistiche	Numero di persone che beneficiano di un sostegno per la formazione	Numero di persone che beneficiano di un sostegno per la consulenza	Numero di partecipanti ai Gruppi Operativi del PEI-AGRI
EPMA	0,227	0,164	0,223
R ²	0,855	0,806	0,838
N. osservazioni di test	879	647	635
Totale osservazioni	4.600	3.200	3.400

Nota: tanto più l'Errore Percentuale Medio Assoluto (EPMA) è vicino allo zero e tanto più il coefficiente di determinazione R² è prossimo ad 1, tanto migliori sono le prestazioni delle reti neurali.

TABELLA A.2 – TARGET PREVISTI PER L'INDICATORE "NUMERO DI PERSONE CHE BENEFICIANO DI UN SOSTEGNO PER LA FORMAZIONE" PER AUTORITÀ DI GESTIONE E ANNO DI IMPLEMENTAZIONE DELLA POLITICA (VALORI CUMULATI)

Autorità di gestione	Spesa programmata (Mio €)	Periodo di implementazione della politica (anni)							Indice di efficienza*
		1	2	3	4	5	6	7	
Abruzzo	2,0	5	5	5	361	1.098	1.098	1.531	775
Basilicata	2,9	0	0	0	0	0	0	1.053	363
Calabria	2,5	25	27	33	33	1.221	1.948	2.129	854
Campania	5,6	71	144	697	2.679	4.692	4.940	5.342	958
Emilia-Romagna	7,5	1.293	2.254	5.450	8.092	10.096	12.759	13.207	1.760
Friuli V. Giulia	1,9	0	0	2023	4.936	6.741	6.741	6.741	3.476
Lazio	2,9	0	0	64	2.093	2.191	2.497	3.342	1.167
Liguria	1,4	0	0	0	358	652	1.256	1.727	1.241
Lombardia	1,1	0	2	648	748	1.059	1.300	2.442	2.225
Marche	2,0	622	622	622	1.078	2.501	2.650	2.650	1.304
Molise	1,1	0	0	0	106	106	106	617	551
P.A. Bolzano	0,8	0	0	791	979	2.046	2.046	2.051	2.682
P.A. Trento	0,8	0	0	0	393	2.135	3.073	5.241	6.746
Piemonte	5,0	1.585	4.619	7.084	16.386	18.413	26.427	26.427	5.255
Puglia	7,1	0	0	39	100	215	1.038	3.460	490
Sardegna	0,0	0	0	0	0	0	0	0	-
Sicilia	2,5	0	0	0	0	0	232	1.122	445
Toscana	2,7	941	941	941	2.662	8.127	8.127	8.893	3.316
Umbria	3,9	147	238	1.501	4.121	9.334	9.334	9.334	2.378
Valle d'Aosta	0,2	0	0	0	79	333	333	333	1.539
Veneto	11,2	684	4.987	9.875	17.583	24.693	24.693	34.095	3.057
Italia	65,0	5.373	13.839	29.773	62.787	95.653	110.598	131.737	2.026
Intervallo medio di previsione**: [-21,1%, +36,8%]									

* Indice ottenuto dividendo il target finale (settimo anno) per la spesa programmata ed espresso per milione di euro.

** Indica di quanto, in media, il target "vero" potrebbe discostarsi dal target stimato.

Nota: si ipotizza che la percentuale di spesa realizzata sia pari al 100% per tutte le Autorità di gestione.



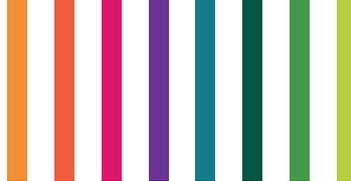
TABELLA A.3 – TARGET PREVISTI PER L'INDICATORE "NUMERO DI PERSONE CHE BENEFICIANO DI UN SOSTEGNO PER LA CONSULENZA" PER AUTORITÀ DI GESTIONE E ANNO DI IMPLEMENTAZIONE DELLA POLITICA (VALORI CUMULATI)

Autorità di gestione	Spesa programmata (Mio €)	Periodo di implementazione della politica (anni)							Indice di efficienza*
		1	2	3	4	5	6	7	
Abruzzo	2,2	2	3	4	4	4	4	1.015	469
Basilicata	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0
Calabria	3,1	0	0	0	0	2	10	968	314
Campania	5,3	0	16	16	3.550	3.550	4.228	5.969	1.122
Emilia-Romagna	1,6	0	207	306	1.269	1.269	2.826	2.826	1.818
Friuli V. Giulia	0,0	0	0	0	0	0	0	0	-
Lazio	2,5	206	215	664	1.652	1.652	1.708	1.782	715
Liguria	1,5	4	4	5	5	5	17	232	156
Lombardia	4,0	0	0	0	0	0	0	690	172
Marche	2,6	10	13	13	13	814	814	814	317
Molise	1,0	0	0	0	7	13	13	13	13
P.A. Bolzano	0,0	0	0	0	0	0	0	0	-
P.A. Trento	0,0	0	0	0	0	0	0	0	-
Piemonte	6,8	851	928	928	928	1.924	3.457	4.306	632
Puglia	6,0	0	0	23	23	27	1.672	1.672	280
Sardegna	3,0	0	77	77	90	90	93	1.851	619
Sicilia	1,6	0	0	39	45	45	45	644	400
Toscana	7,8	2.513	2.513	4308	4.308	4.308	5.977	5.977	769
Umbria	1,4	0	6	6	7	7	10	508	363
Valle d'Aosta	0,0	0	0	0	0	0	0	0	-
Veneto	8,6	319	1.008	1548	2.626	3.613	4.808	5.853	680
Italia	58,9	3.905	4.990	7937	14.527	17.323	25.682	35.120	596
Intervallo medio di previsione**: [-26,4%, +37,3%]									

* Indice ottenuto dividendo il target finale (settimo anno) per la spesa programmata ed espresso per milione di euro.

** Indica di quanto, in media, il target "vero" potrebbe discostarsi dal target stimato.

Nota: si ipotizza che la percentuale di spesa realizzata sia pari al 100% per tutte le Autorità di gestione.



Rete Rurale Nazionale
Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali
Via XX Settembre, 20 Roma



RETERURALE.IT

Pubblicazione realizzata con il contributo FEASR (Fondo europeo per l'agricoltura e lo sviluppo rurale)
nell'ambito del Programma Rete Rurale Nazionale 2014-2020

