

# **Introduzione alla Data Science e AI**

2° progetto pratico – Danilo Manzo



## Degrado del suolo e perdita della biodiversità

Circa 673 milioni di persone nel mondo risultano denutrite secondo i dati del rapporto SOFI del 2025\*, pubblicato da cinque agenzie specializzate delle Nazioni Unite. Se l'agricoltura fosse gestita in modo sostenibile, potrebbe offrire cibo e reddito a tutta la popolazione mondiale.

Tuttavia, la biodiversità sta diminuendo a un ritmo allarmante perché si predilige il ritorno economico a breve termine, anziché la produttività alimentare nel lungo periodo.

Fonte: [www.fao.org/newsroom/detail/global-hunger-declines--but-rises-in-africa-and-western-asia--un-report/it](http://www.fao.org/newsroom/detail/global-hunger-declines--but-rises-in-africa-and-western-asia--un-report/it)

# Sconfiggere la fame

**L'obiettivo Onu** coinvolto è il secondo: eliminare la fame nel mondo (traguardi 2.4).

Migliorando la fertilità dei terreni si potrebbe permettere a milioni di persone nel mondo di autoprodurre i propri alimenti e sostenersi con un reddito adeguato\*.

Se il problema non venisse risolto, ne risentirebbero anche le nazioni industrializzate, che potrebbero non riuscire a garantirsi autonomamente l'approvvigionamento alimentare.

Più aumentano i terreni poco fertili e più diminuisce la resa dei raccolti, maggiore diventa il rischio di fame nel mondo.



# Perché prevedere il degrado del suolo

Il rapporto SOFI stima che circa 1,7 miliardi di persone in tutto il mondo vivono in aree in cui la resa dei raccolti è inferiore del 10% a causa del degrado del suolo indotto dall'uomo.

Nonostante ciò, il rapporto offre una speranza: invertendo solo il 10% del degrado causato dall'uomo sui terreni coltivati esistenti, si potrebbe permettere una produzione sufficiente a far uscire dalla denutrizione altre 154 milioni di persone ogni anno\*.

Queste cifre sono tutt'altro che astratte; evidenziano la concreta possibilità di rafforzare la sicurezza alimentare mondiale grazie al miglioramento delle condizioni di degrado del suolo.

Fonte: [www.agrnewsitalia.it/articolo.asp?id=186&art=FAO%3A+il+degrado+del+suolo+riduce+la+produttivit%C3%A0+agricola+globale](http://www.agrnewsitalia.it/articolo.asp?id=186&art=FAO%3A+il+degrado+del+suolo+riduce+la+produttivit%C3%A0+agricola+globale)

## PROBLEMA

**circa 1,7 miliardi di persone vivono in aree in cui la resa dei raccolti è inferiore del 10% a causa del degrado del suolo indotto dall'uomo.**

## SOLUZIONE

**154 milioni di persone all'anno potrebbero uscire dalla denutrizione.**

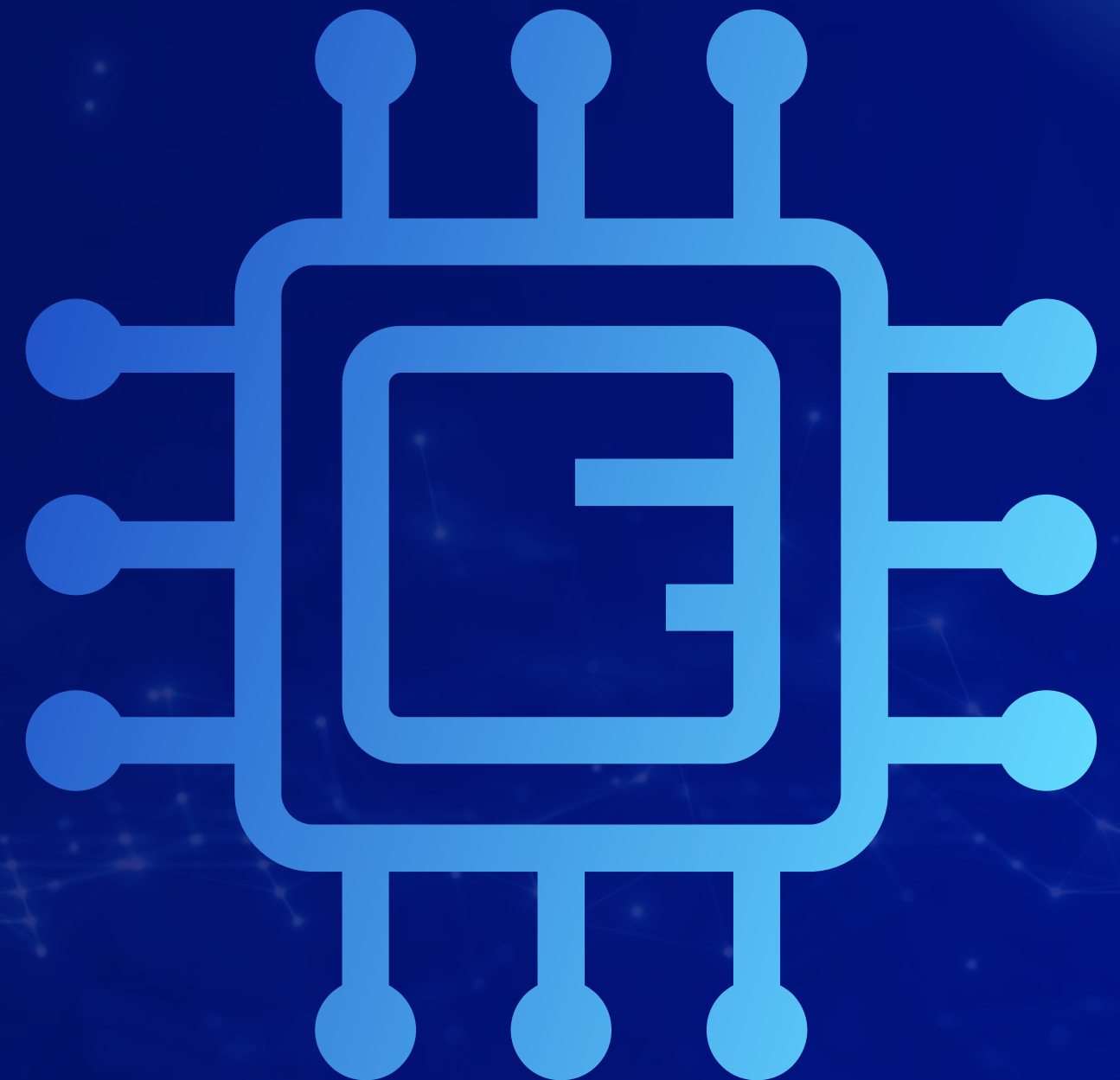
**INTERVENTO**  
**Ripristino del 10% del degrado dei suoli coltivati.**

# Algoritmo di machine learning

Esistono diversi dati che potremmo utilizzare per allenare il modello. In una fase preliminare verranno utilizzati gli **indicatori forniti dall'ISPRA**, l'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale:

- Cambiamenti nella copertura del suolo
- Perdita di produttività
- Perdita di carbonio organico
- Perdita della qualità degli habitat
- Erosione del suolo
- Altri fattori legati alla copertura artificiale e alla presenza di aree percorse dal fuoco.

Fonte: [www.isprambiente.gov.it/it/attivita/suolo-e-territorio/suolo/il-degrado-del-suolo](http://www.isprambiente.gov.it/it/attivita/suolo-e-territorio/suolo/il-degrado-del-suolo)





Utilizzerò dati italiani per addestrare l'algoritmo e, successivamente, validarlo su dati di livello internazionale.

Il modello prevederà la probabilità di degrado del suolo (indicatore indiretto per la perdita di biodiversità e fertilità). Non misurerà direttamente le specie biologiche, ma gli impatti ambientali che ne causano la riduzione. Non essendo l'utente finale un tecnico, l'output che ricaveremo sarà un indice di rischio continuo espresso in percentuale da 0 a 100, dove un valore superiore al 50% indica un alto rischio di degrado. Il tutto sarà rappresentato su una mappa classificata per gradazione di colore.

Più i dati saranno disponibili per più anni, maggiore sarà l'affidabilità del risultato.

## Metriche per valutare il successo del progetto

- **MAE**, errore medio assoluto tra probabilità di degrado prevista (basata su dati fino al 2018) e percentuale di degrado osservata nei periodi successivi. Ipotizzo un target progettuale dell'8%, definito sulla base di benchmark presenti in letteratura, dove errori medi assoluti compresi tra il 10% e il 15% sono comuni. L'8% rappresenta quindi un obiettivo sfidante ma realistico, compatibile con dati di buona qualità. Per fare un esempio, il modello viene addestrato su dati fino al 2018 e validato su periodi successivi già disponibili, così da verificare se riesce davvero ad anticipare il degrado futuro senza usare informazioni che, al momento della previsione, non sarebbero ancora note. Il MAE è ideale perché penalizza gli errori uniformemente (non quadraticamente come l'MSE, cioè l'errore quadratico medio), fornendo un errore medio interpretabile in termini operativi: "sbaglio di X punti percentuali". Impatto pratico: errori <8% rendono le previsioni accettabili per interventi tempestivi; sopra, i falsi negativi aumentano rischi/costi.
- **ROI stimato**: attraverso questo indice valutiamo l'impatto economico della proposta, ma non misuriamo l'accuratezza del modello. Verrà calcolato come: benefici economici netti stimati divisi per i costi complessivi stimati del progetto e degli investimenti di risanamento del suolo su un orizzonte temporale di 5 anni. Un ROI maggiore di 1 indica sostenibilità economica, mentre valori superiori indicano elevata convenienza.

## Benefici attesi

Tra i benefici attesi possiamo stimare che:

1. se il modello consente di intervenire preventivamente anche solo sul 20% delle aree a rischio, e ciò porta a un recupero medio della resa del 5%, si ottiene un **aumento complessivo della produttività** pari all'1% su scala territoriale.
2. Assumendo un valore di produzione lorda vendibile media di 3800€/ha\* e un incremento del 5% della resa, il **beneficio economico stimato** è pari a circa 190€/ettaro annui. Su 10.000 ettari, ciò si traduce in circa 1,9 milioni di euro di **produzione agricola in più**. Considerando che il 47% del suolo italiano è degradato\* su una superficie agricola di circa 12,3 milioni di ettari\*, le potenzialità del progetto sono significative.
3. Stimando un costo dei pesticidi per ettaro pari a 200€/ettaro\*, le pratiche di rigenerazione del suolo possono conservativamente portare a una **diminuzione del 30% nell'uso di fertilizzanti\***. Ciò implica un risparmio di 600.000 € su 10.000 ettari di terreno.

Fonte:

1. [www.terraevita.edagricole.it/economia/come-cambia-il-reddito-nelle-imprese-agricole/](http://www.terraevita.edagricole.it/economia/come-cambia-il-reddito-nelle-imprese-agricole/)
2. [www.greenreport.it/news/territorio-e-smart-city/55132-il-47-del-suolo-italiano-e-degradato-a-rischio-lagricoltura-mentre-cresce-il-dissesto-idrogeologico](http://www.greenreport.it/news/territorio-e-smart-city/55132-il-47-del-suolo-italiano-e-degradato-a-rischio-lagricoltura-mentre-cresce-il-dissesto-idrogeologico)
3. [www.istat.it/storage/ASI/2025/capitoli/C13.pdf#:~:text=Secondo%20i%20dati%2C%20ancora%20provvisori%2C%20dell'indagine%20sulla,media%20aziendale%20di%2010%2C9%20ettari%20di%20SAU.](http://www.istat.it/storage/ASI/2025/capitoli/C13.pdf#:~:text=Secondo%20i%20dati%2C%20ancora%20provvisori%2C%20dell'indagine%20sulla,media%20aziendale%20di%2010%2C9%20ettari%20di%20SAU.)
4. [www.agronotizie.imagelinenetwork.com/agricoltura-economia-politica/2025/12/10/frumento-tenero-al-centro-nord-produrlo-costa-232-euro-a-tonnellata/88594#:~:text=Analizzando%20la%20struttura%20dei%20costi%2C%20registriamo%20una,fitosanitari%20e%20162%2C40%20euro%20per%20le%20semen ti.](http://www.agronotizie.imagelinenetwork.com/agricoltura-economia-politica/2025/12/10/frumento-tenero-al-centro-nord-produrlo-costa-232-euro-a-tonnellata/88594#:~:text=Analizzando%20la%20struttura%20dei%20costi%2C%20registriamo%20una,fitosanitari%20e%20162%2C40%20euro%20per%20le%20semen ti.)
5. [www.inrae.fr/en/news/reducing-pesticide-use-agriculture-without-lowering-productivity#:~:text=The%20researchers%20also%20outlined%20a,seedbed%20techniques;%20and%20mechanical%20weeding.](http://www.inrae.fr/en/news/reducing-pesticide-use-agriculture-without-lowering-productivity#:~:text=The%20researchers%20also%20outlined%20a,seedbed%20techniques;%20and%20mechanical%20weeding.)



## Utenti finali del progetto

L'applicazione è pensata per:

- enti governativi nazionali e regionali, per pianificare politiche agricole e ambientali;
- organizzazioni internazionali (es. FAO, ONU), per monitorare il rischio di degrado su scala globale;
- enti di ricerca e ONG ambientali, per supportare interventi mirati sul territorio.

Gli utenti utilizzano il software di machine learning per:

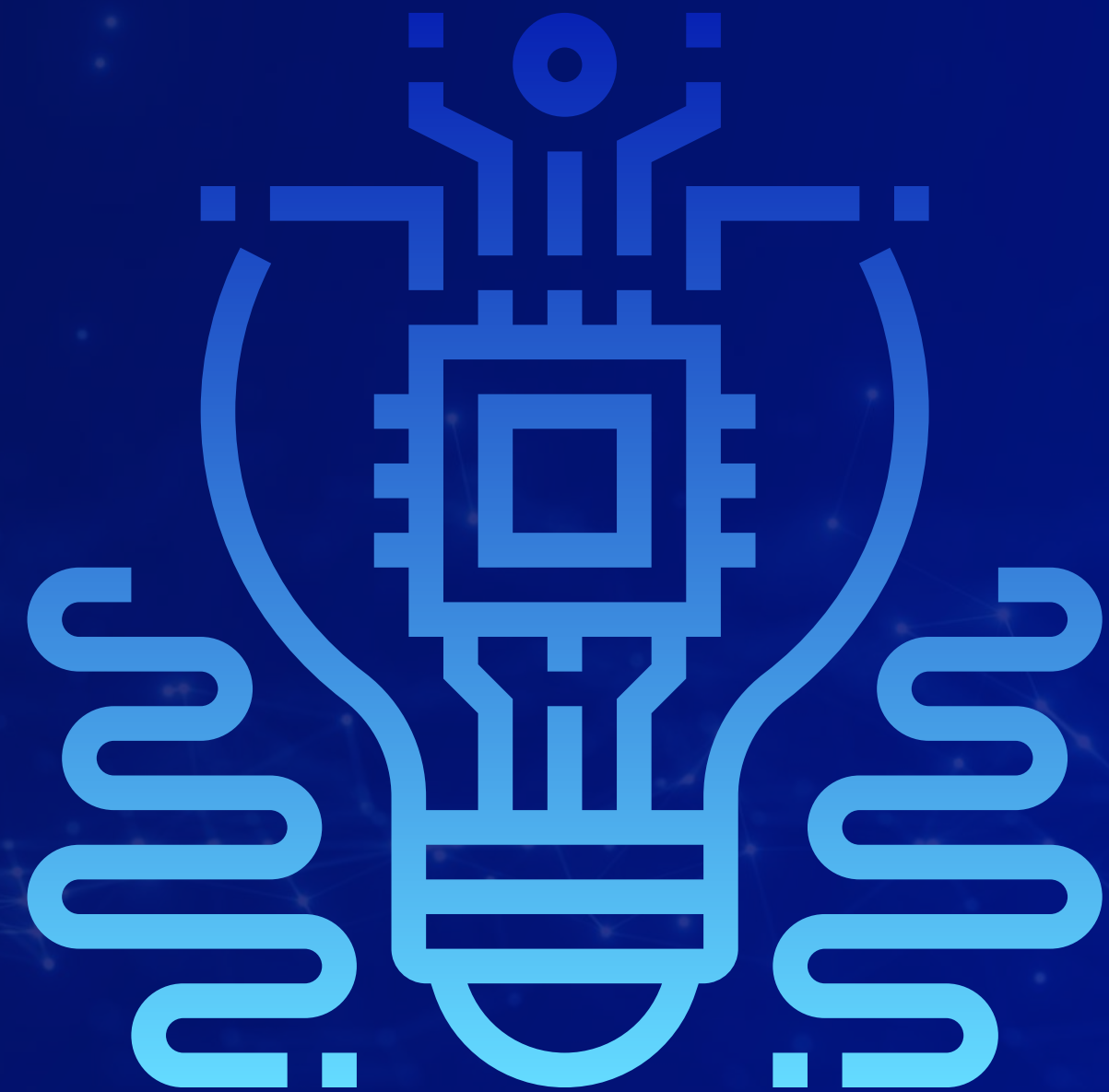
- identificare aree ad alto rischio di degrado;
- prioritizzare gli interventi;
- allocare risorse economiche in modo più efficiente.

## Perché è diverso da un'analisi tradizionale

Un'analisi tradizionale si limiterebbe ad individuare località poco fertili e ripristinarne gradualmente la biodiversità.

Grazie alla probabilità di degrado stimata dall'algoritmo di machine learning, è possibile prevedere, tramite una mappa, quali aree sono a rischio di perdita di biodiversità, anticipando la semplice osservazione dei dati attuali.

Questo permetterebbe ai governi di pianificare misure preventive per limitare il fenomeno, ridurre gli investimenti complessivi e limitare i danni per le popolazioni locali e i terreni. Si creano così i presupposti per l'autoproduzione alimentare e per un reddito più stabile per le comunità locali.



Le professioni coinvolte saranno principalmente:

- il data scientist
- il machine learning engineer
- il data engineer
- l'agronomo che definirà strategie agricole per mitigare il degrado e massimizzare la produttività dei terreni
- l'esperto GIS si occuperà di gestire e analizzare dati geografici
- l'ambientalista integrerà valutazioni ecologiche per politiche nazionali e internazionali.





**Grazie per l'attenzione**