



Transforming **U**nsustainable
management of soils in key
agricultural systems in EU and China

Developing an **i**ntegrated platform of
alternatives to reverse soil degradation

Stato attuale del degrado del suolo in Bulgaria



This project receives funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation action under grant agreement No 101000224.

Introduzione

La Conferenza delle Nazioni Unite sull'Ambiente e lo Sviluppo (UNCED, 1992), meglio conosciuta come il Vertice della Terra di RIO, ha considerato gli ecosistemi fragili nel capitolo 12 dell'Agenda 21. In questo capitolo, la desertificazione è stata definita come "il degrado del suolo nelle aree aride, semi-aride e sub-umide derivante da vari fattori, tra cui le variazioni climatiche e le attività umane". Di conseguenza, la Convenzione delle Nazioni Unite per la lotta contro la desertificazione ha definito il degrado del suolo come "la riduzione o la perdita in aree aride, semi-aride e sub-umide secche della produttività biologica o economica e della complessità dei terreni coltivati senza irrigazione, dei terreni coltivati irrigui o delle foreste e dei pascoli e dei boschi, derivanti dall'uso del suolo o da un processo o da una combinazione di processi, compresi i processi derivanti dalle attività umane e dai modelli abitativi, quali: (i) erosione del suolo causata dal vento e/o dall'acqua; ii) deterioramento delle proprietà fisiche, chimiche e biologiche o economiche del suolo; e iii) perdita a lungo termine della vegetazione naturale». I fenomeni fisici concomitanti comportano la riduzione della copertura vegetativa, l'aumento dell'albedo, l'erosione e la salinizzazione estesa del suolo, il deterioramento delle risorse idriche, ecc.

La Convenzione delle Nazioni Unite per la lotta contro la desertificazione è stata adottata come documento giuridicamente vincolante nel 1994 (CCD, 1994). La convenzione comprende un quadro di principi generali e cinque allegati per l'Africa, l'Asia, l'America latina, e l'Europa del nord, mediterranea, centrale e dell'est. La Convenzione è entrata in vigore nel 1996 e il numero di paesi partner della Convenzione sta raggiungendo i 180, compresi i paesi in via di sviluppo colpiti e non colpiti dalla desertificazione, nonché i paesi sviluppati, sia colpiti che non colpiti dal fenomeno.

Nel gennaio 2001 l'Assemblea nazionale della Repubblica di Bulgaria ha ratificato la Convenzione delle Nazioni Unite per la lotta contro la desertificazione, che è entrata in vigore il 22.05.2001. Il Ministero dell'Ambiente e dell'Acqua si è assunto la responsabilità della sua attuazione, nonché le funzioni di istituzione nazionale di co-coordinamento. Il seminario nazionale "Degrado del suolo e del suolo e lotta contro la desertificazione", organizzato a Sofia il 13 e 14 giugno 2002, mirava a fare il punto sullo stato attuale della questione in Bulgaria e a designare un organismo responsabile della preparazione del programma d'azione nazionale.

Forze trainanti del degrado del suolo sul territorio della Bulgaria

Caratteristiche del paesaggio

Il territorio della Bulgaria copre 111 007 km² della parte orientale della Penisola Balcanica. Le caratteristiche topografiche (Fig. 1) mostrano che le peculiarità del paesaggio contribuiscono in modo sostanziale all'aspetto dell'erosione dell'acqua: solo il 16% del territorio è relativamente pianeggiante

con pendenze inferiori a 3°, mentre circa la metà (49,1%) di esso è inclinato di 6 – 18°.

Clima

Il territorio del paese, essendo parte della penisola balcanica, si riferisce a due grandi regioni climatiche: quella temperata e quella

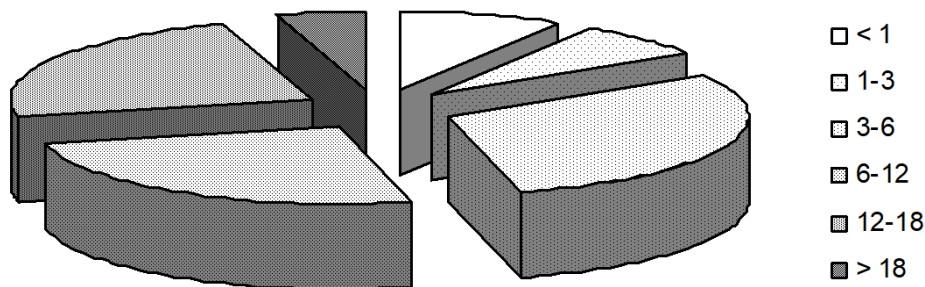


Fig. 1. Distribuzione del territorio in base alla pendenza dominante.

mediterranea. Sia per la diversità topografica che per la situazione climatica transitoria, sia la quantità media annua di precipitazioni che la distribuzione mensile variano notevolmente sul territorio del paese. I risultati di recenti studi sulle fluttuazioni annuali dei principali parametri meteorologici hanno indicato una tendenza al riscaldamento accompagnata da un aumento della quantità di precipitazioni durante le stagioni fredde e da una carenza di precipitazioni durante le stagioni calde (Alexandrov, 2002; Slavov, 2002).

La quantità massima di precipitazioni nelle 24 ore varia tra 100 e 200 mm. Circa il 97% delle precipitazioni intense, il cui numero medio annuo è di 10-15, cade nel periodo maggio-settembre (Rousseva et al., 1992). Rousseva (2002) ha scoperto che l'erosività media annua delle precipitazioni per il 76% del territorio supera gli 801 MJ mm/ha h.

La direzione del vento, la velocità e la distribuzione delle frequenze dipendono dalla stagione e dalla topografia. Ci sono 3-5 giorni ventosi con una velocità del vento predominante di 5-10 m/s e 1-2 giorni con una velocità del vento di 11-15 m/s al mese durante la primavera. Allo stesso tempo, ogni tre anni si instaura un forte periodo di siccità primaverile (Rousseva et al., 1992).

Copertura del suolo

La struttura della copertura del suolo della Bulgaria è molto complicata e spesso inadeguata alle attuali condizioni climatiche e di vegetazione. La mappa dei suoli mostra un modello a mosaico di grande variabilità dei suoli e si possono trovare più di 20 gruppi di suoli, identificati nella mappa dei suoli del mondo. Il territorio del paese si riferisce alle seguenti quattro regioni del suolo:

1. Regione di Cambisol-Podzol-Leptosol con Luvisol;
2. Regione di Chernozem-Kastanozem-Phaeozem con Luvisols;
3. Regione di Luvisol con Leptosoli e Planosols e
4. Regione di Vertisol nella Bulgaria centrale

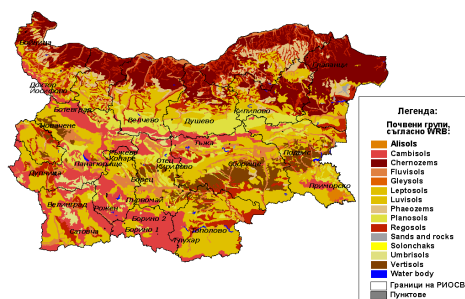


Fig. 2. Mappa del suolo della Bulgaria secondo la classificazione WRB.

Forze sociali ed economiche

Le relazioni sociali ed economiche che si stabilirono in Bulgaria dopo la seconda guerra mondiale divennero poco dopo una forza trainante per il degrado del suolo. I processi accelerati di erosione del suolo da parte dell'acqua e del vento, la compattazione del suolo, l'acidificazione del suolo e la diminuzione della materia organica sono il risultato (i) dei grandi campi coltivati, formati indipendentemente dagli elementi caratteristici del paesaggio; ii) l'uso di macchine agricole pesanti e di tecnologie colturali uniformi, non adatte alle specifiche condizioni naturali e senza tener conto dei fattori di degrado del suolo; iii) disinteresse dei gestori agricoli e degli agricoltori nell'applicazione delle misure di controllo dell'erosione e impossibilità pratica di applicare rotazioni colturali per controllare l'erosione del suolo e iv) uso indiscriminato di fertilizzanti e pesticidi. Per il momento, diverse imprese industriali hanno causato "hotspot" di inquinamento del territorio e del suolo con (i) metalli pesanti intorno alle miniere, alle fabbriche di estrazione dei minerali e alle fonderie e lontano da essi attraverso le emissioni atmosferiche di piombo, zinco e rame e precipitazioni contenenti piombo, zinco, rame, arsenico, cadmio, selenio, antimonio e altri elementi; ii) prodotti petroliferi a seguito di incidenti; iii) nuclidi radioattivi provenienti dall'industria dell'uranio e iv) inquinanti organici.

Terre erose

L'industria mineraria è un fattore importante per il degrado del suolo. Il grado del suo impatto dipende dalla tecnologia di estrazione applicata e dal tipo di lavorazione del minerale. Quest'ultimo si basa sui seguenti metodi:

1. Metodo classico a cielo aperto – include la costruzione di fosse e miniere.



Terre erose.

2. Metodo sotterraneo classico – può essere diviso in due tipi:
 - a) Costruzione di pozzi verticali al livello del minerale e successiva estrazione mediante gallerie orizzontali sotterranee;
 - b) Estrazione effettuata mediante la costruzione di pozzi orizzontali.
3. Metodo geotecnologico – installazione di trivelle acidificanti fino al livello del minerale. Quindi i minerali vengono trattati con acido solforoso e la soluzione arricchita viene rimossa in superficie.
4. Costruzione di bacini di decantazione per la raccolta dei materiali di scarto della lavorazione del minerale.

Il classico metodo a cielo aperto è accompagnato dall'accumulo di materiale di risulta. Attualmente, hanno coperto vaste aree e hanno completamente cambiato il paesaggio dei territori minerari. I detriti sono solitamente formati da materiali geologici caratterizzati da un basso contenuto di sostanze nutritive e proprietà fisiche sfavorevoli. In alcuni casi i detriti sono tossici per le piante



e il loro utilizzo richiede l'applicazione di diverse attività di miglioramento.

Ad esempio, i materiali geologici formati sugli strati di minerali di rame contengono pirite, che si ossida con il drenaggio dell'acqua piovana. Questo processo provoca l'acidificazione dei terreni, delle acque superficiali e sotterranee e la loro contaminazione con metalli pesanti ad alte concentrazioni. Le miniere di rame sono solitamente situate in montagna dove le possibilità di bonifica dei terreni disturbati sono fortemente limitate. Pertanto, le attività ecologiche devono essere basate su un'indagine dettagliata avanzata.

Il classico metodo sotterraneo di estrazione del minerale non disturba direttamente il territorio, ad eccezione di piccole aree che servono allo scopo di entrare in miniera (pozzi) o terminare gallerie orizzontali. L'impatto antropico in questo caso è realizzato dall'accumulo di materiali geologici sulla superficie del suolo. Anche i materiali risultanti dai residui di minerale sono inadatti alla bonifica biologica e mettono in pericolo i componenti dell'ambiente.

Il metodo geotecnico di sfruttamento dei minerali provoca violazioni e cambiamenti estremamente elevati dell'ambiente e della copertura del suolo, poiché da un lato, i terreni sono disturbati meccanicamente da attività di sondaggio e detonazione, dalla costruzione di impianti di assorbimento, dallo smaltimento di diverse attrezzature tecnologiche, ecc. e, dall'altro, dalle soluzioni reagenti che colpiscono chimicamente i terreni.

La lavorazione dei minerali produce un'elevata quantità di materiali di scarto, che vengono accumulati nei bacini di decantazione. Anche questi sono problematici e potrebbero impedirne il ripristino, il recupero e l'ulteriore utilizzo. I bacini di decantazione, ad esempio, costruiti per immagazzinare i carboni esausti (sono parte indivisibile delle centrali termiche) determinano una serie di conflitti ecologici: sono costruiti su terreni coltivabili o quasi in regioni densamente abitate, possono causare malattie, come la silicosi, a causa dell'alto contenuto di SiO_2 , ecc.

Estensione del degrado del suolo sul territorio della Bulgaria

Erosione del suolo

L'erosione del suolo è il processo di degrado più grave per il territorio della Bulgaria. Sul territorio del paese vengono identificati tre tipi di erosione del suolo a seconda della forza motrice: acqua, vento e irrigazione.

Erosione dell'acqua

I seminativi su pendii superiori al 6% sono soggetti a rischio di erosione delle acque, corrispondenti a circa 3 milioni di ettari (72 % della superficie coltivabile). Dal 1989 la superficie coltivata è diminuita in modo significativo e la superficie coltivata abbandonata è aumentata. La significativa riduzione della superficie coltivata ha comportato una diminuzione rispettivamente dei tassi medi annui e del suolo netto perso a causa dell'erosione totale delle lastre dai terreni agricoli rispetto al 1980. Tuttavia, va riconosciuto che l'aumento dell'area di terreni coltivati abbandonati è soggetto a un'erosione accelerata a ruscelli (rill erosion) e aumenta il rischio di sviluppo dei calanchi (gully erosion).



Erosione dell'acqua.



Lerosione eolica | Foto di Scythian su Wikimedia Commons.

Lerosione eolica

Lerosione eolica appare nelle pianure pianeggianti e nelle regioni disboscate. L'area dei terreni a rischio di erosione eolica è stimata in 1.657.386 ettari (29% dei terreni coltivati) e la conseguente perdita annua di suolo può variare da 30 a 60 Mt/anno.

Il rischio di erosione irrigua

Il rischio di erosione irrigua è stato trascurabile per quanto riguarda i seminativi irrigui in pendenza su 3°, la maggior parte dei quali è stata abbandonata dal 1989.

Diminuzione della materia organica

I dati relativi al contenuto organico misurato nei terreni vergini e nei seminativi, rappresentativi dei principali suoli distribuiti sul territorio del paese, mostrano che, rispetto al suolo vergine, il calo della sostanza organica nei seminativi varia dal 10 al 40% per la maggior parte dei suoli, ma può arrivare fino al 220–230%.

Degrado strutturale del suolo

Il degrado strutturale del suolo è stato stimato utilizzando i dati della densità apparente del suolo, della stabilità degli aggregati e della capacità idrica disponibile misurata in terreni vergini e seminativi.

L'analisi di questi dati mostra che l'aumento della densità apparente del suolo nei seminativi varia dall'1 al 23 % della densità apparente dei suoli vergini, a seconda del tipo di suolo. La compattazione del suolo è associata a riduzioni rispettive della stabilità degli aggregati del suolo, che variano dal 40 all'80%, e della capacità idrica disponibile, che varia dall'1 al 29%. La stabilità aggregata di oltre il 60% dei suoli bulgari in condizioni vergini può essere qualificata come buona e quella di solo il 3% come scarsa. Il carico antropico ha provocato un deterioramento della stabilità degli aggregati del suolo agricolo, che è prevalentemente povero.

Le piogge intense primaverili ed estive seguite da lunghi periodi di siccità sono la causa più comune di formazione delle croste dei suoli bulgari strutturalmente degradati. La crosta superficiale influisce direttamente e indirettamente sulle proprietà del suolo. Gli effetti diretti sono associati all'inibizione dell'emergenza della semina, della crescita delle radici e delle piante. Gli effetti indiretti

includono la diminuzione della permeabilità all'acqua del profilo, che aumenta sia il rischio di erosione del suolo che la resistenza alla penetrazione del suolo. La crosta del suolo è un problema agronomico ampiamente riconosciuto nella regione dei Distric Planosols, che copre il 12% delle terre coltivabili del paese.

Acidificazione del suolo

L'analisi dei dati dell'indagine sui suoli ha mostrato che l'area occupata da suoli con $\text{pH} < 7,0$ è di circa 6,5 milioni di ettari. Una parte significativa (4,3 milioni di ettari) di questi suoli è altamente vulnerabile all'acidificazione ($\text{pH} < 5,0$), la metà dei quali è interessata dall'acidificazione, ma solo 0,45 milioni di ettari appartengono alla superficie coltivabile.

Salinizzazione del suolo

La superficie totale dei terreni interessati dai processi di salinizzazione in Bulgaria è stimata in 35.000 ettari distribuiti in 8 distretti amministrativi: Pleven, Veliko Tarnovo, Varna, Burgas, Yambol, Sliven, Stara Zagora e Plovdiv.



Salinizzazione del suolo.

Inquinamento chimico

Sul territorio del Paese sono quattro i tipi di inquinamento chimico individuati e studiati: l'inquinamento da metalli pesanti e metalloidi, nuclidi radioattivi, prodotti petroliferi e inquinanti organici. I terreni inquinati da metalli pesanti e metalloidi sono oltre 43.660 ettari, il 61,3% dei quali si trova nell'area circostante le imprese industriali e può essere classificato come "hot spot". I terreni inquinati da nuclidi radioattivi sono 1.049 ettari che coprono più di 40 "punti caldi". Nel 1993 l'area inquinata da elementi radioattivi derivanti dall'estrazione dell'uranio era di 1.913 ettari, di cui 1.387 ettari di seminativi. La riduzione è dovuta agli atti legislativi del governo bulgaro, che ha interrotto l'estrazione di uranio nel 1992. L'inquinamento da prodotti petroliferi si verifica per lo più in piccoli punti a seguito di incidenti (raffinerie di petrolio e tubazioni per il trasporto di petrolio).

Siti di estrazione di minerali

La superficie totale dei terreni deteriorati dall'estrazione e dalla lavorazione primaria di

minerali e minerali è di circa 27.778 ettari. Il tasso di bonifica di tali terreni è considerevolmente inferiore al tasso di deterioramento del suolo. La superficie totale dei terreni ri-coltivati deteriorati dall'estrazione e dalla lavorazione primaria di minerali e minerali è di 8.252,9 ettari.

Il più alto bacino di decantazione bulgaro si trova nel distretto minerario "Maritza-Iztok". Alla fine del periodo di sfruttamento sarà occupata un'area di 600 ettari ma lo spessore delle ceneri sarà di 15 m. È necessario notare che l'altezza del bacino di decantazione potrebbe superare quella prevista, il che crea ulteriori complicazioni in caso di emergenza.

Dal punto di vista fisico, la cenere rappresenta una forte aggregazione polverosa non strutturale, che costituisce una fonte inesauribile di contaminazione ambientale. Lo studio della cenere mostra che ha una composizione meccanica leggera, un basso peso relativo, un'elevata porosità e una bassa capacità di fissaggio dell'acqua.



Diga di smaltimento Lyulyakovitsa, Asarel-Medet AD | Foto di Edal Anton Lefterov su Wikimedia Commons.

Si è scoperto che se la velocità del vento è di 8-10 m/s, il contenuto di polvere nell'aria è di 690 mg/m³ nelle vicinanze dei bacini di decantazione e di 102-180 mg/m³ in 200 m di distanza. L'alta concentrazione di polvere nell'aria disturba la normale crescita delle piante, ma soprattutto impedisce la respirazione e l'assimilazione, quindi procede l'essiccazione prematura delle piante. È stato misurato un basso contenuto di nutrienti, ad eccezione del potassio. Il pH è neutro.

Tutti i cambiamenti menzionati e il deterioramento dei fattori ambientali causati dall'industria mineraria richiedono una pianificazione corretta e precisa delle attività di bonifica e ripristino, compresa la raccomandazione sullo stato di utilizzo del suolo. Si tratta di un processo complesso e di lunga durata, che inizia con un'indagine dettagliata dei territori interessati dall'industria mineraria. La bonifica è il metodo più fondamentale per il ripristino e il miglioramento delle proprietà fondiari finalizzate al recupero delle terre disturbate in fondi fondiari arabili. Lo schema principale per la bonifica dei terreni disturbati in Bulgaria comprende due metodi: copertura dei terreni bonificati (formati da materiali geologici o di scarto) con uno strato di 40 cm di profondità del suolo humus orizzonte o ripristino diretto dei terreni formati da materiali geologici o di scarto.

Il primo metodo è più efficace del secondo in quanto la fertilità dei terreni si ripristina rapidamente e garantisce un alto livello di produttività. L'orizzonte dell'humus condiziona una buona sostenibilità delle rese. Questo metodo migliora sostanzialmente le proprietà fisiche, chimiche e biologiche dei terreni bonificati. Il contenuto di humus regola positivamente l'aerazione dei substrati e li rende strutturali. In questo modo ne facilita la



Erosione del suolo.

lavorazione e garantisce una normale crescita e nutrimento delle piante.

In alcuni casi specifici lo strato di humus potrebbe essere sostituito con sostanze di componenti organici e inorganici, che possiedono determinate caratteristiche analitiche e capacità bioproduttiva. Il metodo si applica principalmente nei casi di utilizzazione agricola dei terreni.

In caso di scarsità di humus si dovrebbe applicare il secondo metodo di bonifica - che spesso impone di fare nelle regioni minerarie della Bulgaria. Questo è il modo in cui la stima dell'idoneità di vari materiali geologici (che formeranno le terre bonificate) per la bonifica ha un ruolo di primo piano. La stima si basa su dati sulla composizione morfologica; distribuzione dimensionale di particelle e microaggregati; contenuto di sostanza organica (humus); contenuto delle forme totali e disponibili di N, P e K; pH; contenuto di carbonati; capacità di adsorbimento e cationi scambiabili; composizione chimica; contenuto di microelementi; densità delle particelle; Densità apparente.

La stima, in linea di principio, mostra le possibilità di scoperta e stratificazione selettiva dei materiali geologici al fine di ottenere un ripristino rapido e

stabile dei terreni. Il modo selettivo di costruire i terreni bonificati rappresenta una possibilità per migliorarne le caratteristiche e le proprietà e per diminuire le spese di bonifica.

La bonifica biologica dei terreni comprende la piantumazione di vegetazione idonea o speciale, la concimazione con norme valutate con precisione, la lavorazione convenzionale e non convenzionale, ecc. La contaminazione dei terreni con metalli

pesanti, sostanze organiche e inorganiche a volte supera le concentrazioni limitate ammissibili e assume un significato essenziale durante la fase biologica della bonifica.

Impermeabilizzazione del suolo

L'analisi dei dati statistici mostra che l'area interessata dall'impermeabilizzazione superficiale è aumentata con un tasso medio annuo di circa 7000 ha/anno.



Bibliografia

Alexandrov, V. 2002. Climate variability and change on the Balkan Peninsula. *Ecology and Future*, 1 (2-4), 26-30.

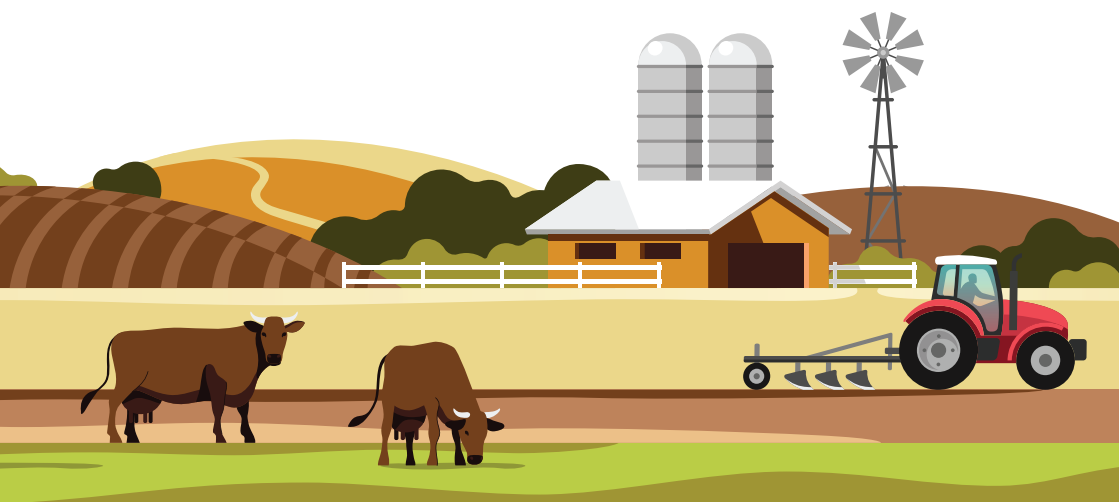
Rousseva S.S. 2002. *Information Bases for Developing a Geographic Database for Soil Erosion Risk Assessments*. Monograph. N. Poushkarov Institute of Soil Science, Sofia, pp. 198.

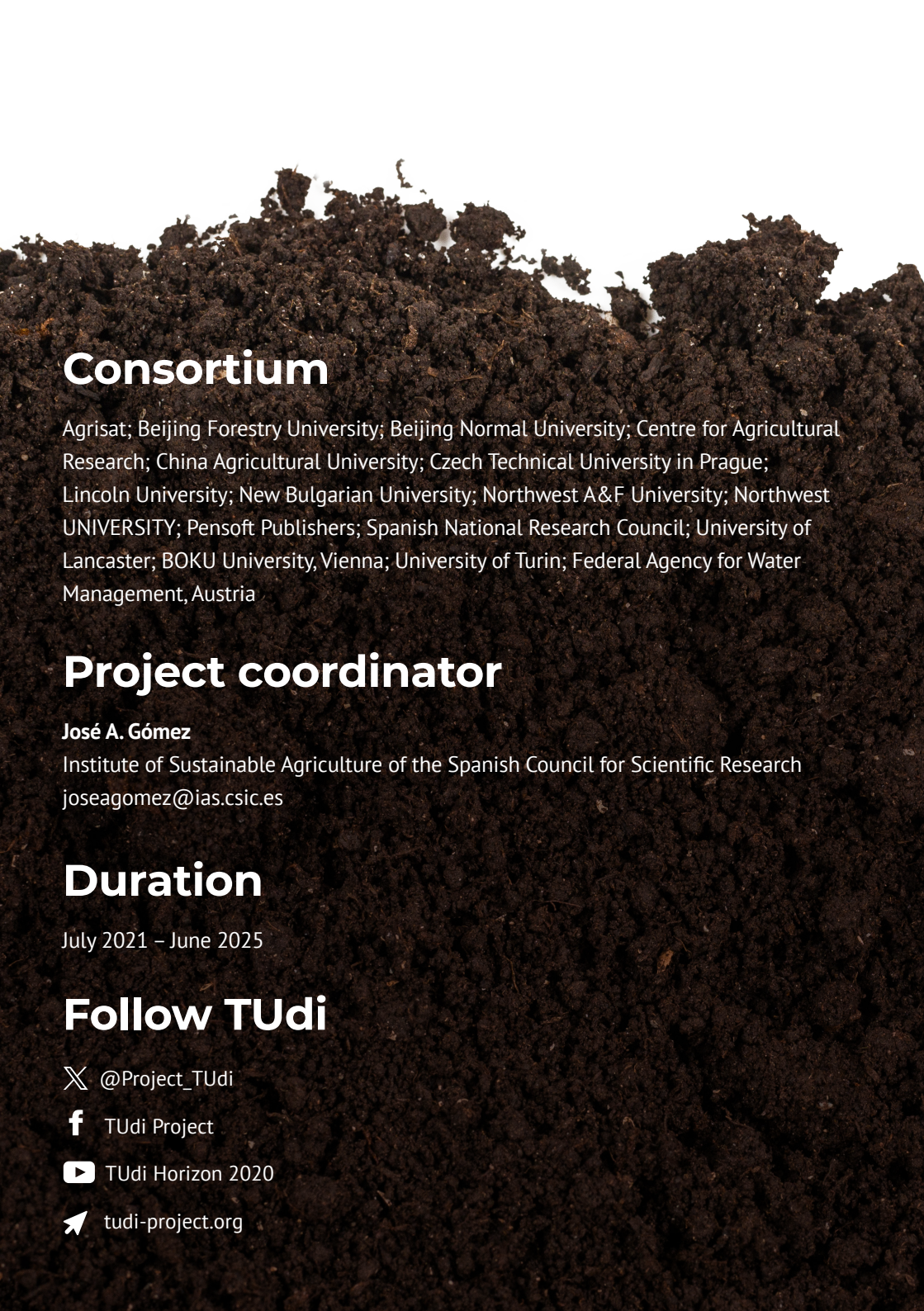
Rousseva, S., Koulikov, AL., Lazarov, As. 1992. Soil erosion and conservation in Bulgaria: state and problems. *Proc. of Soil Erosion Prevention and Remediation Workshop*, U.S. - Central and Eastern

European Agro-Environmental Program, Budapest, (Apr.27-May 1, 1992): 39-53

Rousseva, S., Lazarov, A. 2002. Expert estimates of Soil Erosion Rates in the Agricultural Lands since the Beginning of the Land Reform in Bulgaria. *Ecology and Industry*, 5 (1-3). in print.

Slavov N. 2002. Significance of climate change on the processes of aridity and land degradation in Bulgaria. *Proc. National seminar "Land and soil degradation and combating desertification"*, 13-14 June 2002, Sofia, 10-17.





Consortium

Agrisat; Beijing Forestry University; Beijing Normal University; Centre for Agricultural Research; China Agricultural University; Czech Technical University in Prague; Lincoln University; New Bulgarian University; Northwest A&F University; Northwest UNIVERSITY; Pensoft Publishers; Spanish National Research Council; University of Lancaster; BOKU University, Vienna; University of Turin; Federal Agency for Water Management, Austria

Project coordinator

José A. Gómez

Institute of Sustainable Agriculture of the Spanish Council for Scientific Research
joseagomez@ias.csic.es

Duration

July 2021 – June 2025

Follow TUdi

✕ [@Project_TUdi](#)

f [TUdi Project](#)

▶ [TUdi Horizon 2020](#)

📍 tudi-project.org