

**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA**  
**Dipartimento di Filosofia, Sociologia, Pedagogia e Psicologia  
applicata**

Corso di laurea in SCIENZE SOCIOLOGICHE

***Water grabbing di stato ed effetti socio-ambientali: il caso del lago  
d'Aral***

Relatore:  
Prof. Giardullo Paolo

Laureanda  
Alessia De Col  
Matricola n° 2050243

A.A.  
2023/2024

## Sommario

Abstract .....	4
Introduzione.....	5
Capitolo primo: Descrizione del fenomeno del <i>water grabbing</i> .....	8
1.1 Water grabbing e land grabbing: le nuove forme di colonialismo .....	8
1.2 Implicazioni del water grabbing.....	12
1.3 Water grabbing e in-giustizia sociale .....	16
Capitolo secondo: Il caso del lago d’Aral .....	18
2.1 Caso di studio e water grabbing .....	18
2.2 Contesto storico.....	19
2.3 Tentativi di ripristino ecologico.....	23
Capitolo terzo: Metodologia.....	30
3.1 Descrizione dell’area di studio .....	30
3.2 Domande di ricerca .....	31
3.3 Metodi e strumenti.....	31
3.4 Presentazione dei dati.....	34
3.5 Analisi della regressione.....	51
3.6 Dati socio-economici.....	53
3.7 Dati ambientali (riferiti al lago).....	54
Capitolo quarto: Analisi dei dati.....	55
4.1 Descrizione dei campioni .....	55
4.2 Analisi dei dati: Kazakhstan .....	55
4.3 Analisi dei dati: Uzbekistan.....	58
4.4 Analisi dei dati: Lago d’Aral .....	61
4.5 Analisi degli effetti del water grabbing: il caso del lago d’Aral.....	65
Conclusioni.....	68
Bibliografia.....	70
Sitografia .....	74



## Abstract

The issue of water grabbing, defined as the large-scale acquisition of water resources by powerful entities, often at the detriment of local populations and ecosystems, has become increasingly prominent in global environmental and socio-political discussions. This research focuses on the specific case of the Aral Sea in Central Asia, a region where water grabbing has resulted in one of the most dramatic ecological disasters of the 20th and 21st centuries. The Aral Sea, once the fourth-largest lake in the world, has experienced rapid shrinkage, turning into a desert-like landscape due to the diversion of its primary water sources (the Amu Darya and Syr Darya rivers) for agricultural irrigation under Soviet planning. This process of state-led water grabbing was primarily driven by the expansion of cotton monoculture, transforming the region into a major cotton producer, but with devastating long-term impacts on both the environment and local communities.

This thesis aims to investigate the socio-environmental consequences of the water grabbing phenomenon in the Aral Sea region, comparing the effects in Kazakhstan and Uzbekistan. It explores the historical context of Soviet-era irrigation policies, the subsequent environmental degradation, and the varied economic outcomes for the countries involved. Through a multidisciplinary approach, the study examines both quantitative and qualitative data to assess the impact of these policies on water availability, agricultural productivity, public health, and migration patterns. The research also delves into the broader implications of water grabbing, situating the Aral Sea crisis within the global discourse on environmental justice and sustainability.

Key findings reveal that while Kazakhstan has made significant efforts toward the partial ecological restoration of the northern part of the Aral Sea, Uzbekistan continues to struggle with the socio-economic consequences of the lake's near-total disappearance. The thesis underscores the importance of governance, international cooperation, and sustainable water management practices to address the ongoing challenges in the region.

## Introduzione

Il concetto di *water grabbing*, ovvero l'accaparramento di risorse idriche da parte di attori potenti, è diventato un tema di particolare rilevanza nei dibattiti contemporanei legati alla giustizia ambientale e allo sfruttamento delle risorse naturali. Questo fenomeno si verifica quando grandi aziende, stati o multinazionali si appropriano di risorse idriche destinate alle comunità locali, spesso utilizzando mezzi legali ma sfruttando posizioni di potere economico e politico.

Questa tesi si propone di esaminare gli effetti del *water grabbing* di stato sul Lago d'Aral, con particolare attenzione alle sue implicazioni ambientali, sociali ed economiche. Attraverso un'analisi storica e comparativa, verranno esplorate le dinamiche che hanno portato al prosciugamento del lago e le conseguenze che ne sono derivate per le popolazioni e gli ecosistemi locali. Il confronto tra Kazakhstan e Uzbekistan permetterà di comprendere come differenti approcci politici ed economici abbiano influenzato la gestione della crisi, evidenziando i fattori che hanno contribuito al successo o al fallimento delle rispettive strategie di ripristino.

Secondo Mehta et al. (2012), il *water grabbing* è strettamente legato al controllo delle risorse idriche, che vengono spesso riallocate per scopi industriali o agricoli, a discapito dei diritti delle popolazioni locali e degli ecosistemi naturali che dipendono da queste risorse.

Nel corso degli ultimi decenni, il *water grabbing* ha assunto una dimensione globale, incidendo profondamente non solo sull'equilibrio ecologico delle aree interessate, ma anche sulle condizioni socio-economiche delle popolazioni, proprio perché va a modificare il normale ciclo dell'acqua; questo particolare processo verrà spiegato più approfonditamente nel primo capitolo, con il fine di evidenziare tutti gli aspetti cruciali del fenomeno.

Come suggerito da Lalika (2020), l'appropriazione delle risorse idriche avviene in contesti caratterizzati da debolezze istituzionali, dove i governi spesso permettono a entità esterne di ottenere il controllo di beni vitali come l'acqua, in cambio di investimenti o accordi economici. Questo processo si traduce in una crescente disuguaglianza nella distribuzione delle risorse e, in molti casi, in conflitti tra i "colonizzatori" e le comunità locali che subiscono le conseguenze di queste operazioni. Il *water grabbing* può così essere interpretato come una nuova forma di colonialismo, in cui le risorse dei paesi più deboli vengono sottratte e sfruttate dai paesi più ricchi o dalle multinazionali (Franco et al., 2013).

Uno degli esempi più drammatici di *water grabbing* di stato è rappresentato dal caso del Lago d'Aral, situato nell'Asia Centrale tra il Kazakhstan e l'Uzbekistan. Un tempo considerato il quarto lago più grande al mondo, il Lago d'Aral ha subito un prosciugamento drastico a partire dagli anni '60, quando il governo sovietico decise di applicare una politica di deviazione dei fiumi Amu Darya e Syr Darya, immissari del lago, per favorire la coltivazione di cotone su vasta scala. Questo intervento, attuato con l'obiettivo di incrementare la produttività agricola, ha portato a una delle più grandi catastrofi ecologiche della storia moderna (Micklin, 2014). Il lago, ridotto a una frazione delle sue dimensioni originarie, ha lasciato dietro di sé il deserto salato dell'Aralkum e una serie di conseguenze devastanti per l'ecosistema e per le popolazioni locali.

Le tempeste di sabbia e sale, che ora soffiano attraverso l'ex bacino del lago, hanno portato a una serie di problemi sanitari, con alti tassi di malattie respiratorie tra la popolazione. Inoltre, la contaminazione del suolo e delle acque rimanenti, dovuta all'uso massiccio di fertilizzanti e pesticidi per le colture di cotone, ha ulteriormente aggravato le condizioni di vita nella regione (Glantz, 2007).

Il caso del Lago d'Aral è emblematico per comprendere le dinamiche del *water grabbing* su larga scala e i suoi effetti socio-ambientali. Tuttavia, ciò che rende questo caso particolarmente interessante è il confronto tra le risposte adottate dai due principali paesi coinvolti: Kazakhstan e Uzbekistan.

Entrambi condividono il bacino del lago, ma le loro possibilità di gestione delle risorse idriche e di risposta alla crisi ambientale scaturite dal *water grabbing* sovietico sono state diverse. Il Kazakhstan, ad esempio, ha intrapreso una serie di progetti di ripristino ecologico, tra cui la costruzione della diga Kok-Aral, che ha permesso di recuperare una parte delle acque del Piccolo Aral, favorendo una parziale ripresa della pesca e migliorando le condizioni di vita delle comunità locali. Al contrario, l'Uzbekistan ha continuato a puntare sulla produzione intensiva di cotone, aggravando ulteriormente la crisi idrica e lasciando poco spazio per politiche di ripristino ambientale (Micklin, 2014), e quindi senza prendere in considerazione politiche di contrasto.

Il caso del Lago d'Aral si inserisce all'interno di un più ampio dibattito sulla sostenibilità ambientale e la giustizia sociale. Seguendo il modello di Schnaiberg (1975), che esplora il conflitto tra crescita economica e crisi ecologica, si può osservare come le politiche di sviluppo orientate esclusivamente all'espansione economica, ignorando i limiti ecologici, siano destinate a fallire nel lungo termine. La gestione delle risorse idriche, seppur totalmente

in mano ad autorità statali, per poter suscitare un vero e proprio cambiamento, deve essere ripensata, adottando un approccio che tenga conto non solo delle esigenze economiche, ma anche della protezione degli ecosistemi e della giustizia sociale.

In seguito a questa introduzione, verranno sviluppati quattro capitoli e un capitolo conclusivo, in particolare nel primo capitolo, facendo riferimento alla letteratura internazionale, viene presentato il fenomeno del *water grabbing* e le sue implicazioni; successivamente, nel secondo viene spostato il focus verso il lago d'Aral, il protagonista dell'indagine, sulla storia dei paesi adiacenti (Uzbekistan e Kazakhstan) e sugli interventi ecologici attuati e attuabili per il ripristino del lago.

Il terzo capitolo è riservato alla metodologia, e quindi agli strumenti e alle modalità di raccolta dei dati necessari per perseguire l'obiettivo dell'indagine; nel quarto capitolo viene svolta l'analisi dei dati attraverso i modelli di regressione, al quale seguirà un capitolo conclusivo che ne riporta le considerazioni finali.

L'indagine ha permesso di evidenziare empiricamente alcuni aspetti ripresi dalla letteratura internazionale, come l'impatto dell'aumento della salinità nel lago e della diminuzione dell'acqua, i quali hanno prodotto degli effetti diretti sulle popolazioni locali; per quanto riguarda i due paesi nello specifico, l'indagine ha messo in evidenza le differenze economico-sociali, soprattutto in termini di ricchezza, le quali si riflettono anche nella capacità di intervenire nel ripristino ecologico del lago.

## **Capitolo primo: Descrizione del fenomeno del *water grabbing***

### **1.1 Water grabbing e land grabbing: le nuove forme di colonialismo**

“(…) una risorsa abbondante e rara” così viene definita l’acqua dall’enciclopedia della scienza de “Il Giornale” (2005). La superficie della terra è ricoperta per i tre quinti da acqua, una risorsa per questo abbondante, ma mal distribuita (e quindi rara); inoltre, in virtù dell’aumento demografico e dei livelli di consumi da parte dei paesi più ricchi, le zone aride e il consumo idrico sono destinati ad aumentare (Enciclopedia della scienza: l’Ambiente, 2005) sempre a discapito delle zone meno rifornite.

Malthus (1798) con la pubblicazione sulla crescita della popolazione l’aveva già predetto: l’interazione tra persone e risorse (acqua) avrebbe significato che gli effetti combinati della crescita della popolazione e della crescente domanda su una base fissa di risorse idriche avrebbero avuto conseguenze su scala straordinaria; poiché la popolazione cresce molto più rapidamente rispetto alla produzione delle risorse, a un certo punto ci sarà inevitabilmente una scarsità di risorse necessarie per sostenere la popolazione. Questo crea il rischio di scarsità d’acqua, che può portare a conflitti, migrazioni forzate e problemi sanitari, specialmente in regioni aride o densamente popolate (Malthus, 1798).

In realtà come dimostrato dal rapporto “*The limits to growth*” (Meadows et al, 1972), l’iniquità a livello globale è abbastanza evidente: il peso demografico si situa nelle aree meno sviluppate mentre il consumo maggiore si situa nelle aree più sviluppate e meno numerose.

Molti autori tra cui Moore (2017) e prima di lui Schnaiberg (1975), tendono a sottolineare come il sistema capitalistico non possa che prevedere e mantenere un livello di ingiustizia sociale per poter espandersi sempre di più, in altre parole non può redistribuire egualmente se vuole espandersi. Questo fattore è molto rilevante per l’argomentazione proposta qui, dal momento che vi è una connessione marcata tra espansione economica ed espansione territoriale.

Per fare riferimento a quest’epoca di espansionismo, Leonardi e Barbero (2017) nell’introduzione ad “*Antropocene o capitalocene?*” di Moore (2017) riportano la prospettiva geologica e descrivono il concetto di Antropocene come epoca di influenze antropiche su scala planetaria delle composizione e funzioni del sistema-Terra e delle forme di vita che lo abitano; Moore (2017), in seguito, per distogliersi dal concetto che tutti gli

esseri umani siano causa degli effetti negativi dell'epoca, concentrerà la sua attenzione verso il fattore che più di ogni altra cosa ha dominato questo periodo: il capitale.

Questa riflessione sarà lo spunto per il titolo dell'elaborato in cui la svilupperà: "Antropocene o Capitalocene?" in cui Moore (2017) definirà il capitalismo come civiltà della frontiera, ovvero fondata su una visione del mondo come illimitata, o come direbbero Catton e Dunlap (1978), come spazio da occupare, deposito di rifiuti e serbatoio di risorse. Tuttavia, come evidenziato dal *New Ecological Paradigm* di Catton e Dunlap (1978), le leggi ecologiche non possono essere annullate, nonostante l'inventiva umana e la forza che né deriva possano dare l'illusione che certi limiti possano essere superati.

Si può dire dunque che ci si trova in una vera e propria epoca di crisi ecologica, dovuta a una crisi delle relazioni ecologiche e dell'equilibrio da loro precedentemente raggiunto.

Seguendo il modello di Schnaiberg (1975) sono tre i possibili esiti (sintesi) del conflitto tra espansione economica e crisi ecologica:

1. sintesi economica: ignorare il problema mantenendo come obiettivo la massimizzazione della crescita economica;
2. gestione della crisi: si prende consapevolezza della crisi ma come soluzione si tende a "spostare" (delocalizzare) l'inquinamento creando un'apparente situazione di gestione della crisi;
3. sintesi ecologica: profonda ristrutturazione dell'economia in direzione della sostenibilità della produzione e del consumo attraverso l'impiego di fonti rinnovabili e un severo controllo di quelle non rinnovabili.

Per ora si può dire che quella più evidente nel quadro globale sia la seconda, soprattutto perché conviene sia a livello economico che a livello di distribuzione delle esternalità negative emesse dai processi produttivi.

In particolare, per Schnaiberg (1975), la causa della crisi ecologica sarebbe da ricondurre al sistema produttivo del capitalismo industriale (*treadmill of production*), traduzione di un sistema conflittuale con caratteristiche totalmente inique (assenza di giustizia sociale, classi in conflitto tra loro) in cui gli interessi di chi possiede i mezzi di produzione differiscono da quelli di chi non li possiede (lavoratore).

Per riprendere un concetto già citato in precedenza, il sistema capitalista non può fare altro che espandersi, e per espandersi non può che essere ingiusto (non può redistribuire le risorse in maniera eguale se vuole continuare la sua espansione), anche se questo processo finirà

con l'erosione sempre di più l'ambiente esercitando potenziali restrizioni a un'ulteriore espansione.

Da questa consapevolezza, è importante considerare due fenomeni rilevanti che, sebbene non siano del tutto nuovi, hanno acquisito maggiore visibilità e complessità negli ultimi decenni: il *land grabbing* e il *water grabbing*.

Il *land grabbing* (“accaparramento della terra”) e il *water grabbing* (“accaparramento di acqua”) sono due processi che prevedono un'asimmetria di potere, in cui da una parte (quella che “accaparra” le risorse) troviamo il paese sviluppato, mentre dall'altra vi troviamo il paese in via di sviluppo destinato a cedere parte delle sue risorse al primo.

È a questo punto che si possono considerare questi due fenomeni il “nuovo colonialismo”, volto a saccheggiare le ricchezze naturali dei paesi in via di sviluppo (Lalika, 2020).

Nel momento in cui un paese o una multinazionale decide di delocalizzare la sua produzione sia agricola che energetica, lo fa sempre in paesi più poveri dove con la scusa del “creare” nuovi posti di lavoro alla popolazione, si autolegittima ad appropriarsi e a modificarne il territorio.

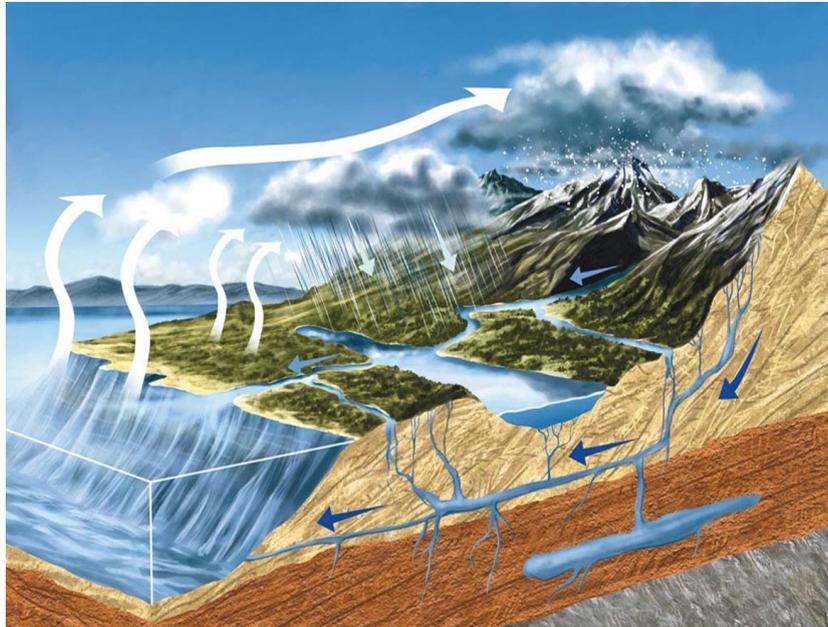
Quest'ultimo fenomeno prende il nome di *land grabbing*, e solitamente riguarda ampie porzioni di foreste che vengono sradicate a favore di piantagioni su larga scala (per la maggior parte dei casi di monoculture), o comunque di acquisti (sempre su larga scala) di appezzamenti di terra che prima appartenevano alle popolazioni locali; a questo punto, quest'ultime, davanti a questa condizione posta in maniera praticamente forzata, dovranno abbandonare le loro abitazioni (se l'area richiesta ne prevede la comprensione). Le aree residenziali sottratte alla popolazione prendono il nome di “zone di sacrificio” destinate in seguito a un uso differente.

Inoltre, per irrigare questi grandi campi è necessaria una grande quantità di acqua, ed è proprio per questo che al *land grabbing* si affianca nella maggior parte dei casi il *water grabbing*.

Per descrivere al meglio questo fenomeno bisogna prima fare un passo indietro e ripassare il ciclo naturale dell'acqua: enormi masse di acqua del mare e delle superfici delle terre emerse passano nell'atmosfera sotto forma di vapore, e nello stesso tempo una quantità uguale di acqua (sotto forma di pioggia, neve, fiumi, acque sotterranee) fa ritorno al mare (rappresentato nella figura 1); chiaramente al ciclo naturale si è aggiunto quello artificiale, ovvero quello creato dall'uomo, il quale consiste nel prelievo di acqua naturale per le

esigenze a lui collegate (industria, agricoltura...), e nella reintroduzione della stessa nel ciclo naturale (Enciclopedia della scienza: l'Ambiente, 2005).

Figura 1- Rappresentazione del ciclo naturale dell'acqua.



Fonte: "Il ciclo dell'acqua" dal sito fontebracca.it.

Tuttavia, come specifica l'Enciclopedia della scienza sull'ambiente, questa reintroduzione d'acqua sottende anche l'introduzione di sostanze inquinanti di origine agricola, industriale e urbana e con questo, dunque, rappresenta un ostacolo per eventuali reimpieghi: per esempio, la presenza di idrocarburi<sup>1</sup> si distribuisce sotto forma di pellicola sulla superficie dell'acqua impedendone la naturale aerazione, determinandone una diminuzione dell'ossigeno presente nei fiumi portando alla modificazione dell'ecosistema e alla riduzione della varietà biologica (cambia sia la domanda chimica di ossigeno che quella biologica). Appare evidente, dunque, che l'inquinamento dell'acqua, dovuto all'intervento dell'uomo nel ciclo naturale, porti a delle conseguenze sempre più gravi in quanto soffoca l'acqua, mettendo in serio pericolo la salute dell'uomo e degli altri organismi viventi che la utilizzano (Enciclopedia della scienza: l'Ambiente, 2005); verranno spiegate più avanti (paragrafo 1.2) le principali implicazioni a livello sociale e ambientale del fenomeno definito come *water grabbing*.

---

<sup>1</sup> Composti organici che contengono soltanto atomi di carbonio e di idrogeno (Wikipedia).

Il *water grabbing* viene definito da Mehta et al (2012) come una situazione in cui attori potenti sono in grado di prendere il controllo o di riallocare a proprio vantaggio le risorse idriche già utilizzate dalle comunità locali a discapito anche degli ecosistemi naturali; perciò il principale focus delle osservazioni in merito al fenomeno, riguarda il potere materiale, discorsivo, amministrativo e politico, e come viene mobilitato per consentire tale riallocazione dell'acqua e sui cambiamenti nelle relazioni di possesso, nonché gli impatti di quest'ultimo sui mezzi di sussistenza locali, sui diritti, sul genere, sulla classe e su altre relazioni sociali.

Come riportato in precedenza, il *water grabbing* è strettamente legato al *land grabbing* in quanto è spesso associato all'acquisto o al controllo di grandi aree di terreno che includono importanti risorse idriche, o alla costruzione di infrastrutture che alterano la distribuzione dell'acqua, come dighe, canali e impianti di irrigazione. In realtà, quando si parla di *water grabbing*, non si fa riferimento al solo accaparramento dell'acqua, ma anche all'acquisizione del potere di decidere come essa verrà utilizzata (Franco et al, 2013).

Bisogna sottolineare come tutti e due i fenomeni siano a questo punto strettamente collegati, e appare evidente come sia il capitale a darne la possibilità; infatti, riprendendo le tre ipotesi degli esiti del conflitto tra espansione economica e crisi ecologica di Schnaiberg (1975), si può notare come, secondo questo ragionamento, il più delle volte la sfera economica sovrasta quella ambientale (sintesi economica).

In seguito, attraverso due ricerche in particolare, verranno esposte le problematiche e del *water grabbing*, con la speranza di restituire una inquadratura completa dell'ingiustizia che ne sta alla base.

## **1.2 Implicazioni del water grabbing**

Dopo aver descritto il *water grabbing*, diventa fondamentale sottolineare le sue implicazioni, le quali spiegano anche il motivo della particolare attenzione posta da questa indagine.

Seguendo la ricerca di Lalika (2020) lungo la PRB (Pagani River Basin) in Tanzania, si possono osservare gli effetti del *water grabbing* sulla resa del raccolto, ma anche sui problemi di governance dell'acqua e sui rapporti conflittuali con gli investitori stranieri (operatori di *water grabbing*), e quindi sul conflitto tra il "colonizzato" e il "colonizzatore". Questa tendenza al conflitto, all'asimmetria di potere, è in realtà un fattore molto visibile nei luoghi in cui viene operato il *water grabbing*; infatti, anche Bues e Theesfeld (2012)

analizzeranno ancora da più vicino questa dinamica (due villaggi locali e gli investitori stranieri).

Le principali cause strutturali del fenomeno riguardano la cattiva governance dell'acqua: per esempio in Tanzania (Lalika, 2020) i funzionari responsabili dell'irrigazione non applicano le procedure articolate nelle norme che ne regolano l'uso e la distribuzione (dovuto anche alla corruzione dei leader politici). In più viene evidenziata da Lalika (2020) una mancanza di pieno coinvolgimento della comunità locale nei processi decisionali, e soprattutto la mancanza di riguardo verso le questioni ambientali al momento della firma dei contratti di investimento. Un'altra causa strutturale ben salda che permette l'affermazione dell'asimmetria di potere tra i due tipi di attori è quella della determinazione di norme vincolanti e delle conseguenti sanzioni in caso di inosservanza delle stesse; a questo proposito la produzione dei dati da parte di Bues e Theesfeld (2012) riporta chiaramente una situazione in cui le regole non sono uguali per tutti, con una grande differenza nella possibilità di accesso alle risorse. Da una parte è severamente regolamentata mentre dall'altra lascia un ampio margine di azione.

Come specificato in precedenza, alla base di questa ingiustizia ci sono due tipi di attori (ai quali si può aggiungere il governo che la rende possibile): gli agricoltori locali e gli investitori stranieri; per classificare le due categorie Bues e Theesfeld (2012) fanno riferimento alla *Distributional Theory of Institutional Change* di Knight (1992) la quale si concentra sulle asimmetrie di potere degli attori come principale determinante del cambiamento istituzionale.

Tabella 1 - Le principali caratteristiche degli attori.

Caratteristiche dell'attore	Risorse di potere (Knight, 1992)	Occorrenza della risorsa da parte dei piccoli agricoltori	Occorrenza della risorsa da parte degli investitori stranieri
Dipendenza dalle risorse naturali	Capacità di assumersi i rischi	Basso	Alto
	Preferenza temporale	Alto	Basso
	Costi d'uscita	Alto	Basso
Dipendenza dal sostegno del governo	Potere posizionale	Basso	Alto
	Potenza della rete	Basso	Alto
	Potere sanzionatorio	Basso	Alto
Istruzione e conoscenza	Informazione	Basso	Alto
	Conoscenza	Basso	Alto
	Potere posizionale	Basso	Alto

Fonte: "Water Grabbing and the Role of Power: Shifting Water Governance in the Light of Agricultural Foreign Direct Investment" di Bues e Theesfeld (2012).

I costi d'uscita sono i costi che insorgono nel momento in cui la contrattazione diviene lunga oppure infruttuosa (Schlüter, 2001) ed essi sono strettamente collegati alla capacità di assumersi rischi e alla preferenza temporale.

Per esempio, se gli attori coinvolti non dipendono da un risultato immediato della contrattazione perché possiedono risorse sufficienti, allora avranno un'elevata capacità di assumersi i rischi e una bassa preferenza temporale (Knight, 1992), caratteristica che dalla tabella 1 si può associare maggiormente agli investitori stranieri.

Il potere posizionale (posizione che permette di compiere determinate azioni) e il potere di rete, forniscono ai membri informazioni e riducono i costi di transazione per interazioni specifiche a seconda del tipo di rete; il potere sanzionatorio si riferisce alla minaccia di sanzioni imposte da un attore a un altro in caso di non conformità alle regole.

In merito all'istruzione e alla conoscenza, le asimmetrie informative influenzano le valutazioni da parte di un attore delle alternative individuali, nascondendo alternative istituzionali oppure aggiungendone di nuove (Knight, 1992).

Dopo aver descritto le principali cause strutturali del fenomeno, è importante riportare anche le sue principali conseguenze.

Come accennato nel paragrafo 1.1, l'intervento dell'uomo nel ciclo naturale dell'acqua può avere delle conseguenze gravi sugli ecosistemi quando causa inquinamento delle falde oppure quando compromette il riutilizzo dell'acqua una volta prelevata .

Inoltre, un eccessivo prelievo di acqua ne provoca importanti fluttuazioni, cambiamenti nel regime del flusso del fiume e influisce sulla salute di esso; infatti, la riduzione del flusso d'acqua influisce negativamente sulla capacità dei pesci di riprodursi (causa diretta della distruzione della biodiversità), mentre flussi più elevati determinano la formazione di paludi e pianure alluvionali (Lalika, 2020).

In particolare, nella sua ricerca Lalika (2020) concentra l'attenzione sugli *ecosystem services*, ovvero i "servizi ecosistemici", e di come questi vengano colpiti dal *water grabbing*.

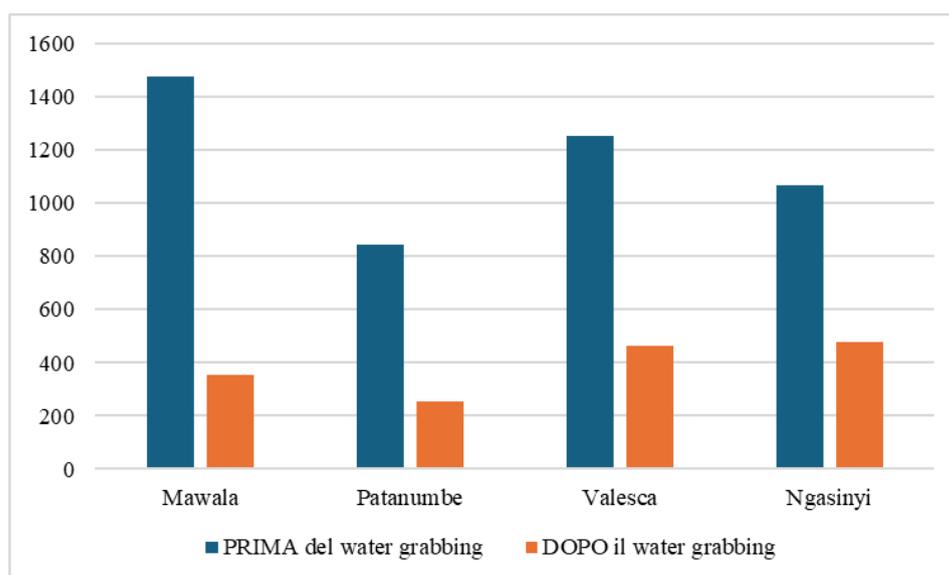
Tramite una survey condotta con l'utilizzo di 170 questionari somministrati ai piccoli agricoltori, si può notare come il principale *ecosystem service* messo in pericolo dal *water grabbing* sia la presenza di specie ittiche, seguita dalla produzione di energia idroelettrica e dall'acqua per usi zootecnici.

Dopodiché, vengono riportati anche altri servizi ecosistemici messi in pericolo: la scomparsa di uccelli acquatici, acqua per uso domestico, la scomparsa di piante e alberi acquatici, e infine, la riduzione del raccolto delle colture alimentari.

Questi servizi ecosistemici vengono messi in pericolo soprattutto dai prodotti tossici minerali o composti organici (tra cui pesticidi utilizzati nelle piantagioni) che rendono l'acqua pericolosa per l'uomo, gli animali e le piante, sia indirettamente che direttamente; non sempre la conseguenza è diretta in quanto le sostanze nocive si accumulano nei tessuti animali e vegetali modificandone il metabolismo cellulare.

In particolare, Lalika (2020) ha riportato le variazioni al raccolto di granoturco (mais) prima e dopo il *water grabbing* (fig. 2) in 4 villaggi lungo la PRB (Pagani River Basin) in Tanzania, evidenziando come prima del *water grabbing* la resa del raccolto fosse molto più alta rispetto a quella successiva ad esso.

Figura 2- Variazioni della resa del raccolto del mais (kg/ha/stagione) prima e dopo il *water grabbing* nella PRB, Tanzania.



Fonte: "Resilience in Climate Stressed Environment Through Water Grabbing 13" di Lalika (2020).

Seguendo queste riflessioni è possibile attribuire le responsabilità ai leader politici locali e agli organi di governo, nonché alla mancata trasparenza verso gli agricoltori locali, ma soprattutto alla corruzione.

Queste dinamiche creano un senso di impotenza decisionale negli agricoltori che da sempre hanno utilizzato quelle aree e quelle risorse d'acqua, anche perché se da una parte l'arrivo degli investitori può essere traduzione di nuovi posti di lavoro e capitale, dall'altra mostra

la sua natura insita di sfruttamento, sia delle risorse offerte dal territorio, sia delle popolazioni che ci vivono; proprio per questo senso di impotenza si può definire il *water grabbing* (e il *land grabbing*) come una nuova forma di colonialismo volto a sfruttare e “accaparrare” le risorse di un paese che risulta debole ai piedi dei paesi sviluppati guidati dal capitale.

Infatti, una delle caratteristiche del fenomeno di *water grabbing* è che è guidato da alleanze fra Stato e imprese private che apportano capitale, seguito dal fatto di non essere limitato geograficamente, di avvenire in diversi contesti agro-ecologici e regimi di diritti di proprietà dell’acqua e della terra (Franco et al, 2013); tutte queste peculiarità fanno in modo che anche gli effetti siano molto diversificati in base al contesto, come l’alterazione della quantità di acqua sotterranea e di acqua a valle a discapito degli utenti che esistevano già prima, la modifica del paesaggio agro-ecologico, ma anche e soprattutto l’incidenza sulla qualità dell’acqua (il paese più a valle è più vulnerabile di quello a monte sia per quanto riguarda la quantità che la qualità).

### **1.3 Water grabbing e in-giustizia sociale**

Come specificato precedentemente nel paragrafo 1.1, il *water grabbing* viene visto come l’acquisizione e il controllo delle risorse idriche attraverso mezzi legali e illegali, sfruttando la posizione di potere economico o politico (Mehta et al, 2012). Abbiamo visto, infatti, come la maggior parte delle volte (vedi Bues e Theesfeld, 2012) le grandi aziende o stati ottengono concessioni per l’uso delle risorse idriche a discapito delle popolazioni locali, oppure si appropriano direttamente del controllo delle infrastrutture (dighe e sistemi di irrigazione) regolandone poi l’accesso e i prezzi.

Questo fenomeno sarebbe reso possibile grazie a politiche neoliberiste che favoriscono processi di privatizzazione dei beni comuni secondo logiche di mercato e di conseguenza facilitano l’accaparramento alle risorse da parte degli attori più potenti (Mehta et al, 2012). I beni comuni sono tutti quei beni virtualmente aperti a chiunque per l’appropriazione e vengono anche detti rivali in quanto se tutti corressero al loro accaparramento, finirebbero. Tuttavia, nel momento in cui se ne appropriano le dinamiche capitaliste avviene quella che è denominata come “tragedia” dei beni comuni (Hardin, 1968), accompagnata dalla distruzione delle forme di autogoverno delle risorse e dalla privatizzazione delle risorse naturali per fini estrattivistici.

Metha et al. (2012) definiscono questa privatizzazione come una “recinzione” dei beni comuni da parte delle multinazionali e agenzie governative, che causerebbe l’espropriazione dei contadini e delle popolazioni indigene precedentemente presenti sul territorio.

Tutto questo va a detrimento delle comunità locali non solo perché escluse dall’accesso ad un bene vitale come l’acqua ma anche per le conseguenze sull’ambiente.

La necessità di controllare le risorse idriche, viene spesso giustificata facendo riferimento alla crescente domanda globale di risorse come cibo ed energia, e alla conseguente necessità di investire su larga scala; tuttavia, con l’avvento sempre più preminente del cambiamento climatico aumenterà sempre più la competizione per le risorse idriche andando ad accentuare le disuguaglianze già presenti rispetto all’accesso alla risorsa (Mehta et al, 2012).

Chiaramente il processo è facilitato dalla debolezza dei soggetti colpiti, proprio per questo si parla di in-giustizia sociale (e ambientale) per quanto riguarda l’accesso ai beni ambientali, e di zone di sacrificio per quanto riguarda le zone che vengono acquisite dalle multinazionali e quindi abbandonate forzatamente dagli abitanti preesistenti.

Inoltre, bisogna specificare che gli spostamenti dalle vecchie zone a quelle nuove, portano con sé dei cambiamenti forzati degli stili di vita e a una conseguente disorganizzazione sociale.

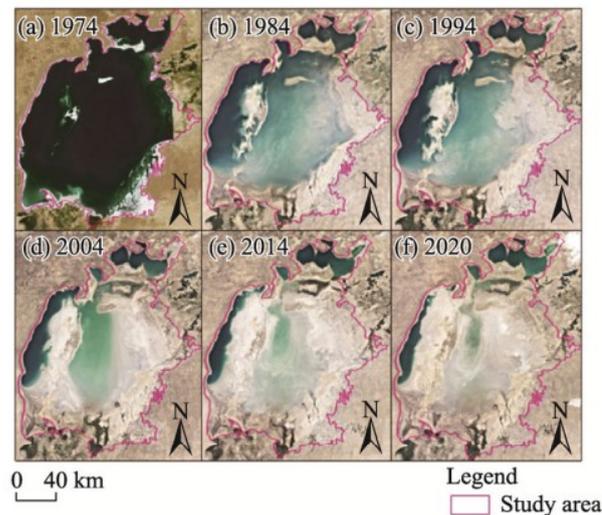
## Capitolo secondo: Il caso del lago d'Aral

### 2.1 Caso di studio e water grabbing

L'indagine qui proposta riguarderà il Lago d'Aral, un lago situato nell'Asia Centrale tra Uzbekistan e Kazakhstan, un tempo considerato il quarto lago più grande al mondo e ora coinvolto come protagonista in uno dei tanti casi di “disastro ecologico”.

La sua area è diminuita di circa 60 mila km<sup>2</sup> (da 68.000 km<sup>2</sup> a 8.321,50 km<sup>2</sup>) tra il 1960 e il 2018.

Figura 3 - Rappresentazione dell'evoluzione del lago d'Aral dal 1974 al 2020.



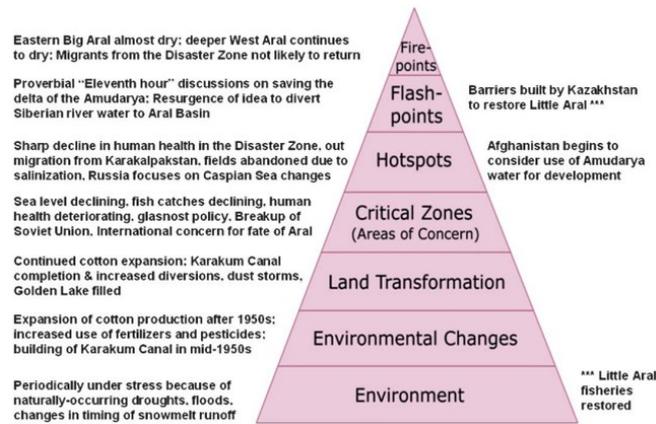
Fonte: Interstate Commission for Water Coordination of Central Asia.

L'approvvigionamento idrico del lago dipende principalmente dall'Amu Darya e dal Syr Darya, due fiumi che attraversano tutto il bacino dell'Aral, il quale comprende Kazakhstan, Uzbekistan, Kyrgyzstan, Tajikistan e Turkmenistan.

Deviando il corso di questi ultimi per irrigare i nuovi campi di cotone presenti nel bacino, le autorità sovietiche daranno il via al prosciugamento del lago, rendendo possibile la creazione del più giovane deserto salato: l'Aralkum, una distesa oramai di 62 mila km quadrati (Dukhovny et al, 2020).

Secondo Glantz (2007), le degradazioni ambientali hanno un punto di partenza che corrisponde all'inizio dell'intervento umano sulla natura; per rappresentare al meglio questa sua osservazione, crea una piramide degli hotspot del cambiamento ambientale applicandolo successivamente al caso del lago d'Aral:

Figura 4 - Piramide degli hotspot del cambiamento ambientale applicata al lago d'Aral.



Fonte: *Aral Sea Basin: A Sea Dies, a Sea Also Rises* di Glantz (2007).

In particolare, posiziona a livello dei cambiamenti ambientali, l'espansione della produzione di cotone degli anni '60 e la costruzione del canale Karakum; seguendo in altezza il percorso della piramide, dopo i cambiamenti a livello ambientale, troviamo le trasformazioni della terra, le quali comprendono l'espansione dei terreni agricoli per la coltura del cotone.

Queste prime fasi o tendenze porterebbero alla fase critica che lui affianca alla diminuzione del livello dell'acqua, della cattura dei pesci, al peggioramento della salute umana, alla dissoluzione dell'Unione Sovietica e all'incertezza verso il destino del lago.

Il peggioramento della salute è osservabile soprattutto nelle regioni limitrofe come il Karakalpakstan dal quale iniziano delle migrazioni verso i paesi esterni, dovuto anche alla salinizzazione delle terre e solo a questo punto inizia ad esserci un interesse effettivo, anche se, tuttavia, i veri interventi avranno luogo dopo, quando ormai c'è poco tempo per agire (si trova al *flash point*) ed evitare di raggiungere la fase finale della degradazione, ovvero il *fire point*; il *fire point* è il punto di non ritorno, dove la situazione richiede l'abbandono delle terre o comunque la fine dello sfruttamento delle risorse utilizzate per l'industria e l'agricoltura (Glantz, 2007).

## 2.2 Contesto storico

La regione dell'Asia Centrale è caratterizzata da un clima arido e da vaste distese di steppe aride e semi-aride, alternate a due grandi deserti (Quizl Qum in Uzbekistan e Kara Kum in Turkmenistan); appare chiaro, dunque, come la risorsa acqua, in un ambiente così, diventi di fondamentale importanza per la sopravvivenza delle specie della regione, inclusa quella umana (White, 2013).

Con l'impero zarista l'espansione nell'Asia centrale iniziò nel 1730 con la diffusione in Kazakhstan e continuò nel 1895 con l'annessione degli altri paesi, tra cui l'Uzbekistan; l'annessione degli ultimi paesi si deve in prima battuta in seguito alla Guerra Civile americana del 1861, la quale ha sancito l'interruzione delle importazioni di cotone americano in Russia, e per questo l'impero zarista si è ritrovato costretto a dover cercare altri luoghi in cui prelevare questa risorsa, scegliendo proprio le altre regioni dell'Asia centrale, viste dall'impero in termini di fonte di materiali grezzi e di potenziale per il mercato russo (White, 2013).

Dopodiché, come riportato da White (2013), in seguito alla Rivoluzione Russa del 1917, il comando dei due paesi (Uzbekistan e Kazakhstan) passa sotto il controllo dell'Unione Sovietica e durante questo periodo il lago d'Aral supporta un'importante industria ittica basata su almeno 20 specie diverse di pesci.

Nel 1929 Stalin attuò una politica di collettivizzazione delle terre agricole, dei pascoli, e di fatto di tutte le risorse naturali, che portò alla nascita di proteste da parte di coloro che prima possedevano quelle terre e ora se le vedevano confiscare dallo Stato.

Questa politica era rivolta ad aumentare la produttività del paese, per aumentare la sua potenza; infatti, tra questi piani c'era anche quello di incrementare la posizione dell'Unione Sovietica come maggior esportatore di cotone.

Al termine della Seconda Guerra Mondiale, infatti, continuò il progetto di incremento della potenza dell'Asia Centrale come maggiore fonte di cotone grezzo; aumentare la produzione di cotone, voleva dire espandere le infrastrutture adatte a irrigare i campi, ma anche aumentare l'uso di fertilizzanti, pesticidi e quant'altro.

Così, negli anni '50 del '900, il governo sovietico attuò una riorganizzazione idraulica del territorio, concentrandosi in particolar modo nelle aree da irrigare, le quali si estendevano nell'intero bacino del Lago, con l'obiettivo di espandere la monocoltura del cotone (Spoor e Krutov, 2003); il nuovo sistema idrico prevedeva l'accaparramento dell'acqua (*water grabbing*) dai due immissari principali del lago d'Aral: Syr Darya e Amu Darya.

L'ideologia che sta alla base della politica di deviazione del corso d'acqua, applicata negli anni '60 del Novecento nei confronti degli immissari Amu Darya e Syr Darya, e di conseguenza al Lago d'Aral, si può leggere attraverso le lenti del prometeismo suggerito anche da Marx; secondo lui la natura sarebbe oggetto di conquista e sfruttamento, che grazie alla scienza e alla tecnologia, dovrebbe essere in grado di fornire all'uomo gli strumenti più adatti per perseguire le proprie finalità (Pellizzoni e Osti, 2008). Stalin invece, utilizzando

toni più duri, descriveva la natura come “oggetto da manipolare e un nemico da soggiogare” (Josephson, 2013).

Da questo quindi, si può evincere come l’approccio verso il Lago fosse visto come ragionevole e giusto, essendo una risorsa praticamente dovuta all’uomo per accresce la produttività della sua attività (in questo caso del cotone).

Infatti, anche se spesso il fenomeno del *water grabbing* viene associato al sistema capitalista, è chiaro che in questo caso in realtà si sia manifestato in un contesto di economia pianificata, in cui tuttavia condivide la caratteristica dell’iniquità necessaria per la sua crescita, non specializzando determinati ruoli, ma sacrificando delle aree in termini di ecosistemi.

Si può definire, dunque il 1960 come anno simbolico nella storia del lago d’Aral: tra il 1960 e il 1988 l’area di coltura del cotone è aumentata da 1.9 milioni a 3.1 milioni (Pomfret, 2002), portando con sé un aumento dell’irrigazione necessaria e una conseguente diminuzione dell’acqua in entrata nel lago (l’area del lago diminuì del 41% e il volume del 67% con una salinità triplicata), senza tralasciare l’aumento dell’uso dei fertilizzanti (Micklin, 2006).

Successivamente alla dissoluzione dell’URSS nel 1991, tra gli stati neo-indipendenti nacquero nuove tensioni rispetto alla gestione dell’acqua, non più mediate da Mosca, e in particolare tra i paesi a monte (Kyrgyzstan e Tajikistan) e quelli a valle (Uzbekistan, Kazakhstan e Turkmenistan).

Per ovviare a queste tensioni, nel 1993 è stato istituito il ICWC (Interstate Commission for Water Coordination), volto a colmare la necessità di cooperazione nella gestione della risorsa acqua in una regione così vulnerabile soprattutto dopo gli interventi attuati nei decenni precedenti.

Oltre alle istituzioni di cooperazione create tra gli stati della regione, sono stati di rilevante importanza i supporti da parte di agenzie internazionali come la Banca Mondiale, la quale ha investito in un programma indirizzato al lago: “Aral Sea Basin Program” il quale stabiliva come obiettivi principali quelli di stabilizzare l’ambiente naturale della regione, migliorare l’area disastrosa intorno al lago, rinforzare i rapporti nella gestione dell’acqua fra gli stati, e promuovere la capacità regionale nel migliorare il programma (Uitto e Duda, 2002).

Tuttavia, i 5 paesi hanno intrapreso percorsi differenti di privatizzazione, liberalizzazione economica e orientamento di mercato, il che ha riportato una situazione di disparità all’interno della regione in termini di output economici e di crescita economica, ma anche di sviluppo socio-economico (Pomfret, 2006).

L’Uzbekistan, per esempio, è uno dei più grandi produttori ed esportatori mondiali di cotone grezzo, e in più detiene depositi di gas naturale ma anche oro e altri materie prime; il

Kazakhstan invece, il nono al mondo per estensione territoriale, la sua economia poggia principalmente sulle fonti naturali come uranio, rame, oro, gas naturale e in particolare sul petrolio (White, 2013).

Nella tabella 2 verranno riportate le caratteristiche sociodemografiche e socioeconomiche dei due paesi così da restituire una rappresentazione chiara delle loro differenze.

*Tabella 2 - Caratteristiche sociodemografiche e socioeconomiche di Kazakhstan e Uzbekistan al 2022.*

	Kazakhstan	Uzbekistan
Popolazione totale	19.503.159	35.271.300
Area del territorio (in km <sup>2</sup> )	2.725.000	448.900
% della popolazione urbana (rispetto a quella totale)	62%	51%
% della popolazione rurale (rispetto a quella totale)	38%	49%
Tasso di occupazione	95,14%	67,18%
Pil (in USD)	225.496.328.925,494	81.140.823.252,4164
Pil pro-capite (in USD)	11.484,416815	2.276,161233

*Fonte: World Bank Agency of statistics under the President of the Republic of Uzbekistan e Agency of the Republic of Kazakhstan for Strategic Planning and Reforms National Bureau of Statistics.*

Un elemento che richiama subito l'attenzione è il rapporto indiretto tra superficie del territorio e popolosità, poiché anche se il Kazakhstan risulta molto più esteso rispetto all'Uzbekistan, quest'ultimo conta quasi il doppio della popolazione.

Per quanto riguarda, invece, lo sviluppo a livello umano dei diversi paesi dopo la caduta dell'Unione Sovietica, si possono osservare le diverse tendenze facendo riferimento al "Human Development Report" del *United Nations Development Programme* del 2023, il quale classifica il Kazakhstan nei paesi con un indice di sviluppo umano "Very High" (67° nel ranking totale) mentre l'Uzbekistan in quelli con un indice di sviluppo umano "High" (106° nel ranking totale).

*Tabella 3 - Ranking dei paesi della regione dell'Asia Centrale nel "Human Development Report" del 2023 del United Nations Development Programme (evidenziati in giallo i paesi di riferimento).*

Rank	Country	HDI Value
67	Kazakhstan	0.802
94	Turkmenistan	0.744
106	Uzbekistan	0.727
117	Kyrgyzstan	0.701
126	Tajikistan	0.679

Fonte: "Human Development Report" del United Nations Development Programme (2023).

L'indice qui sopra esposto con i diversi ranking viene calcolato sulla base di tre elementi: salute, educazione e standard di vita; risulta a questo punto ragionevole riscontrare diverse scelte rispetto alle decisioni legate al Lago, molto probabilmente perché legate alle necessità e alle possibilità di ogni paese.

Inoltre, un elemento che rende ancora più complessa la situazione dell'Asia Centrale è che si tratta di una delle regioni più aride del mondo, pertanto, risulta molto vulnerabile alle minacce del cambiamento climatico (Sultonov e Pant, 2023); con il prosciugamento del Lago, infatti, aumentano anche le tempeste di sabbia, le quali trasportano con sé un mix di sostanze inquinanti che mettono a serio rischio la salute della popolazione circostante, e, una volta depositate sul suolo, colpiscono anche la produttività di esso, per questo una variazione nella quantità dell'acqua del Lago cambia anche la sua qualità (Sultonov e Pant, 2023).

### **2.3 Tentativi di ripristino ecologico**

Le due ipotesi agli antipodi presentate da Micklin (2014) nel capitolo "*Efforts to revive the Aral Sea*", riguardano da una parte il prosciugamento totale entro il 21° secolo mentre dall'altra un completo ripristino. In realtà tutte e due vengono confutate dall'autore, e in più afferma che l'unico approccio realistico per aumentare l'acqua in entrata nel lago sia quello di ridurre il consumo di acqua utilizzata per irrigare i campi del bacino (il principale contributore alla diminuzione delle acque in entrata).

Tuttavia, il piano nella sua totalità rappresenta un costo troppo alto per i paesi in quanto richiederebbe una totale riforma dei metodi e delle tecniche di irrigazione (Micklin, 2014). Come riportato nel paragrafo 2.2, che il destino del lago fosse già scritto ancor prima di attuare i piani di espansione, era riconosciuto, infatti, già a partire dalla fine della Seconda Guerra Mondiale, il regime sovietico ha iniziato ad accogliere il progetto (studiato già durante l'impero zarista) che vedeva come protagoniste le acque dei fiumi siberiani Irtysh e Ob.

Anche se inizialmente vennero sviluppati dei progetti a riguardo, in realtà, non trovarono molto spazio di implementazione, infatti nel 1986, sotto il regime di Gorbachev, il piano venne stoppato per ragioni principalmente economiche (Micklin, 2014).

In opposizione a questo progetto c'era anche la Banca Mondiale, principale finanziatore delle politiche di ripristino del lago; secondo le loro analisi, dei 27 km<sup>3</sup> di acqua sottratta dai

fiumi siberiani, solo 15 (se non meno) avrebbero raggiunto l'Aral, in seguito a sostanziali evaporazioni durante il tragitto e perdite dovute a infiltrazioni nel sistema idrico.

Sicuramente una scelta più razionale sarebbe quella di utilizzare più capitale rivolto a migliorare la gestione della risorsa acqua, invece che importare acqua dalla Siberia (Micklin, 2014).

In seguito alla bocciatura del progetto sono state presentate alcune varianti ad esso, tra cui una che prevedeva la sottrazione di acqua dal lago Zaysan (in Kazakhstan) e la successiva deviazione di essa verso il Syr Darya, il quale poi sfocerà nel Piccolo Aral.

Figura 5 - Proposte di canalizzazione per apportare acqua al lago d'Aral.



Fonte: *Aral Sea: irretrievable loss or Irtysh imports?* di Badescu V, Schuiling R (2009).

Sono due i canali proposti dagli autori (Badescu e Schuiling, 2009): per il primo, l'*Ural-Aral canal*, hanno localizzato il punto di presa a Orsk (città russa) in quanto la sua posizione dovrebbe evitare l'immissione delle acque reflue presenti lungo il fiume Ural.

Il secondo canale proposto dagli autori è quello che riguarda il lago Zaysan: con la costruzione di un canale di 100 km, sviluppato lungo la catena montuosa del Khrebet Tarbagataj (situata nel confine ad Est con la Cina), grazie al quale si riuscirebbe a collegare le acque del fiume Irtysh, passando attraverso il lago Balkash fino ad arrivare al punto di collegamento con il fiume Syr Darya (immissario del lago d'Aral), come da rappresentazione della figura 5.

In realtà, anche questa proposta appare vana, poiché anche in questo caso la maggior parte delle acque estratte evaporerebbero durante il tragitto e in più, gli agricoltori lungo la strada estrarrebbero sicuramente una porzione di acqua per irrigare i propri campi, infatti, dei 30-40 km<sup>3</sup> di acqua prevista dai proponenti della variante, solo 12 o 13 arriverebbero effettivamente (Micklin, 2014).

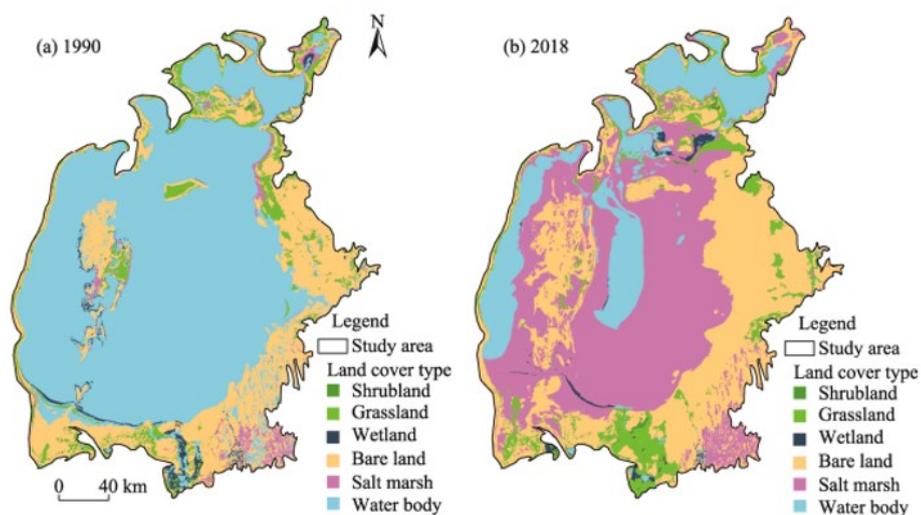
Da queste osservazioni, appare chiara la difficoltà affrontata negli anni nel trovare una soluzione che non si traduca in spreco di acqua oppure in un costo troppo alto per i paesi protagonisti, dunque, continua la ricerca della soluzione perfetta che permetta di ripristinare al meglio l'area del lago.

Se si sposta l'attenzione verso i principali problemi ecologici del lago d'Aral si può osservare come la concentrazione di essi si trovi nelle zone aride in cui è presente un'alta salinizzazione del terreno e nelle quali si verificano molto spesso tempeste di sale e sabbia (Abuduwaili et al., 2010; Shen et al., 2016).

Sulla base di questa affermazione è fondamentale osservare e riportare, a questo punto, l'area del lago con le diverse zone caratterizzate da differenti peculiarità del terreno.

Anming et al (2024) nella loro ricerca sui problemi ecologici e sul ripristino ecologico del lago d'Aral, dividono l'area in 6 tipi di uso del suolo: arbusteti (*shrubland*), prateria (*grassland*), paludi (*wetland*), terreno non valorizzato (*bare land*), palude salmastra (*salt marsh*), specchio d'acqua (*water body*), e le applicano a due anni differenti (vedi figura 4) così da restituire una rappresentazione del cambiamento nella composizione dell'area tra il 1990 e il 2018.

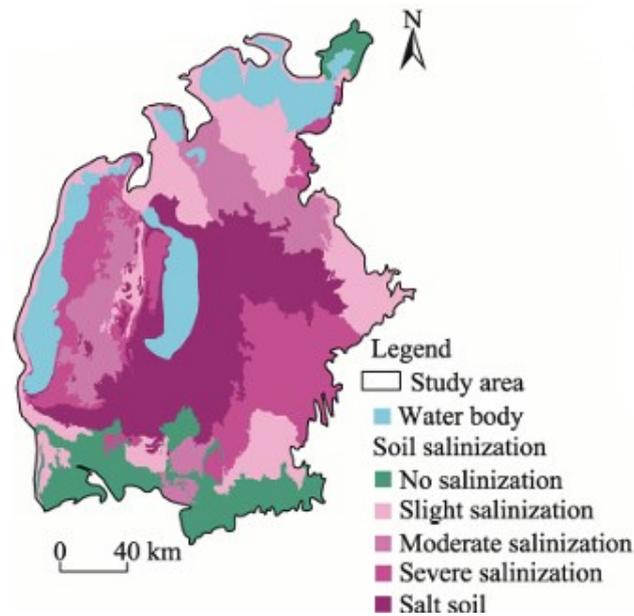
Figura 6 - Distribuzione spaziale dei tipi di uso del suolo (confronto tra il 1990 e il 2018).



Fonte: *Ecological problems and ecological restoration zoning of the Aral Sea* di Anming et al. (2024).

Inoltre, creano una rappresentazione del grado di salinità del terreno presente nei diversi punti dell'area del lago, riportata nella figura 7:

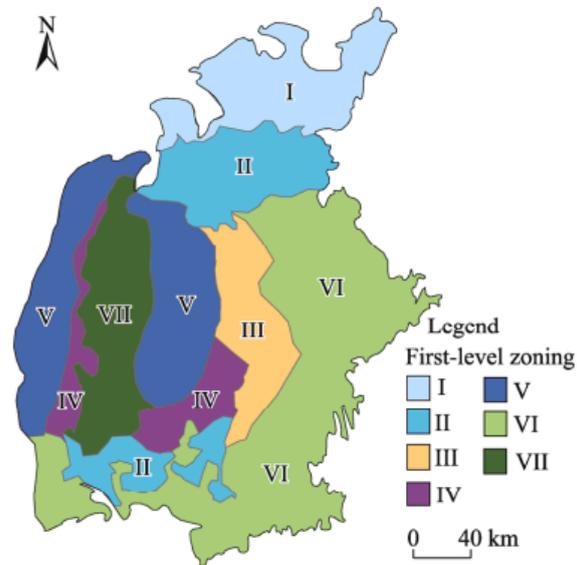
Figura 7 - Grado di salinità del terreno delle diverse zone del lago d'Aral.



Fonte: *Ecological problems and ecological restoration zoning of the Aral Sea* di Anming et al. (2024).

Per sviluppare la loro analisi di primo livello (zonizzazione), hanno suddiviso l'area in 7 sotto regioni (vedi figura 8) alle quali dovranno essere applicate, secondo le loro raccomandazioni, differenti misure di ripristino in base alle loro caratteristiche:

Figura 8 - Distribuzione spaziale della zonizzazione di primo livello del ripristino ecologico del lago d'Aral.



Fonte: *Ecological problems and ecological restoration zoning of the Aral Sea* di Anming et al. (2024).

La sotto regione I è caratterizzata da uno scarso grado di salinizzazione e da un'alta copertura vegetativa; questa regione comprende il Piccolo Aral, la cui superficie negli ultimi anni, è stata ripristinata grazie alla costruzione di dighe volte ad immagazzinare acqua (Wang et al., 2023).

In realtà già nel 1992 le autorità locali avevano costruito una diga per bloccare il flusso in uscita e aumentare il livello del Piccolo Aral (Kazakhstan), abbassare la salinità e migliorare le condizioni ecologiche e ittiche; tuttavia, questo progetto fallirà nel 1999 con la sua completa distruzione in seguito a una tempesta che scagliò l'acqua contro la diga (Micklin, 2014).

A questo punto entrò in gioco la Banca Mondiale con il suo *Aral Sea Basin Program*, il quale nella sua prima fase prevedeva la costruzione di un impianto più efficiente, ovvero una diga alta 13 km sullo stretto di Berg, situato tra il Piccolo Aral e il Grande Aral (Uzbekistan); i lavori iniziarono nel 2003 e finirono nel 2005, e grazie al grande afflusso di acqua nel periodo invernale nel Piccolo Aral, il livello dell'acque crebbe rapidamente raggiungendo l'obiettivo di 42 m sopra il livello del mare, un volume di 27 km<sup>3</sup> e un'area di 3.600 km<sup>2</sup> (Micklin, 2014).

Per questi motivi in questa zona viene raccomandato dagli autori (Anming et al., 2024) l'uso di piene artificiali per fornire l'acqua necessaria al ripristino della superficie del lago appartenente alla sotto regione II, mantenendo il livello attuale dell'acqua del lago d'Aral del Nord.

Nella sotto regione II il ripristino potrà essere possibile grazie alla creazione di fiumi artificiali che trasportano l'acqua necessaria; questa sotto regione si trova per metà in Kazakhstan e per l'altra in Uzbekistan (nella zonizzazione di secondo livello viene divisa in II-1 e II-2): in Kazakhstan il ripristino dell'area può essere effettuata deviando l'acqua dal fiume Syr Darya o utilizzando tecniche di irrigazione a piena, mentre nella zona dell'Uzbekistan per proteggere le paludi e la rete idrica a sud del fiume Amu Darya, potrebbero essere implementati i piani di piene artificiali, soprattutto durante il periodo di abbondante acqua per ridurre i conflitti con l'agricoltura irrigua (Anming et al., 2024).

La sotto regione III è caratterizzata da un'elevata salinità (si può osservare mettendo a confronto le figure 6b e 7) e da un terreno tipicamente secco e sabbioso che può provocare la formazione di pericolose tempeste di sale, dunque, per la zona III è raccomandato di ricoprire la superficie del suolo con rivestimenti a bio-matrice verde e materiali ecologicamente sostenibili, i quali potrebbero assorbire le tempeste di sale e in più possono essere degradati dal suolo (Wu et al., 2020).

Nella sotto regione IV la profondità delle falde acquifere è bassa, mentre il grado di salinità del terreno è molto elevato, rendendo difficile la crescita della vegetazione in questa zona, infatti, le raccomandazioni in merito alle misure da prendere per la bonfica dell'area, riguardano tecnologie fisiche o chimiche (Anming et al., 2024).

La quinta sotto regione (V) in realtà contiene ancora grandi aree di superfici d'acqua con profondità relativamente stabili, proprio per questo viene considerata un'area di potenziale ripristino, anche se sono da tenere in considerazione le caratteristiche delle aree limitrofe: alta salinità del terreno la quale rende difficile la sopravvivenza della vegetazione; tuttavia, per mantenere la stabilità del livello dell'acqua, viene raccomandato dagli autori della ricerca che la ricarica di acqua aumenti negli anni di siccità (Anming et al., 2024).

La sotto regione VI è stata la prima area del lago a prosciugarsi ed ha un basso grado di salinizzazione, infatti è caratterizzata da una gran presenza di vegetazione, e per questa regione, dunque, le raccomandazioni riguardano più un approccio di ripristino naturale; per quanto riguarda invece il problema della carenza idrica nel deserto, è possibile estrarre acqua sotterranea al posto di prelevare quella superficiale per irrigare la vegetazione, cosa che ridurrebbe la salinizzazione e garantirebbe quindi la crescita della vegetazione (Anming et al., 2024).

L'ultima area della zonizzazione, ovvero la VII è localizzata nella parte centrale a sud del lago, ed è caratterizzata da un rilievo rispetto alle altre zone, un basso grado di salinizzazione,

falde acquifere poco profonde e con una copertura vegetale bassa, quindi in questa zona viene consigliato da Anming et al. (2024) di piantare delle specie desertiche tolleranti al sale.

## Capitolo terzo: Metodologia

### 3.1 Descrizione dell'area di studio

Come riportato nel paragrafo 2.1 l'indagine riguarderà l'area del Lago d'Aral, situato nell'Asia Centrale tra Uzbekistan e Kazakhstan ( $44^{\circ}54'N$   $59^{\circ}30'E$   $44^{\circ}54'N$ ,  $59^{\circ}30'E$ ). La regione del bacino del lago d'Aral è caratterizzata da un clima arido e semi-arido con precipitazioni medie di 270 mm, con una differenza tra le zone montane con 600-800 mm e tra gli 80-150 mm nelle zone desertiche<sup>2</sup>.

Lo sviluppo socio-economico della regione è dipeso principalmente dalle risorse idriche e del territorio, come si è visto per il caso del cotone; tuttavia, la dipendenza dalla coltura irrigua ha portato a condizioni vulnerabili e limitazioni idriche per gli ecosistemi.

*Figura 9 - Posizione geografica del lago d'Aral.*



*Fonte: Marine Insight (2021).*

Nel capitolo secondo sono state riportate le vicissitudini legate al lago e i conseguenti effetti, facendo riferimento ai risultati prodotti dalla letteratura internazionale, e cercando di offrire al lettore una chiara base di partenza per l'indagine proposta in seguito.

L'obiettivo di questa indagine è, di fatto, osservare e riportare un quadro completo per quanto riguarda il fenomeno del water grabbing messo in atto dall'Unione Sovietica (per cui lo chiameremo “water grabbing di stato”) a scapito del Lago d'Aral.

---

<sup>2</sup> [Central Asia: background information \(icwc-aral.uz\)](https://www.icwc-aral.uz/) (ultima consultazione: 23/06/2024)

In particolare, verranno messe in evidenza le conseguenze ricadute nei paesi che lo circondano geograficamente: Uzbekistan e Kazakhstan.

### **3.2 Domande di ricerca**

La principale domanda di ricerca è la seguente:

(RQ1) “Quali effetti provoca il water grabbing di stato su territori e popolazioni di cui l’autorità statale ha completa giurisdizione?”;

(RQ1.1) “Confrontando paesi differenti si rilevano gli stessi effetti?”;

(RQ1.2) “Quali variabili determinano le differenze tra i due paesi quando presenti?”.

Per rispondere a tali domande, nel paragrafo successivo verranno riportati i metodi e gli strumenti necessari e ritenuti più utili allo scopo.

### **3.3 Metodi e strumenti**

Per perseguire l’obiettivo della ricerca, come prima cosa è stata effettuata una raccolta dei dati secondari tramite i portali statistici ufficiali dai quali sono stati estratti degli open data di Uzbekistan<sup>3</sup> e Kazakhstan<sup>4</sup>, in particolare: dati demografici, ecologici e ambientali, riguardanti la salute, e sul mercato del lavoro.

Una volta raccolti i dati dai rispettivi database, attraverso l’uso di Excel sono stati messi in relazione in base al tema, tramite la costruzione di grafici che rispecchiano al meglio i vari confronti e i vari indici (vedi paragrafo 3.4).

In aggiunta ai portali ufficiali dei due paesi, per alcuni tipi di dati (per esempio l’andamento dei settori economici) sono ricorso ai database della Banca Mondiale<sup>5</sup>.

In particolare, per raggiungere il fine dell’indagine è stato fondamentale analizzare anche il contesto politico e ideologico del Paese, ragione per cui oltre alla raccolta dei dati ufficiali, è stato necessario incrociare questi ultimi con i risultati prodotti da altre ricerche pubblicate nella letteratura internazionale.

---

<sup>3</sup> [Agency of statistics under the President of the Republic of Uzbekistan](#) (ultima consultazione: 20/06/2024)

<sup>4</sup> [Agency of the Republic of Kazakhstan for Strategic Planning and Reforms National Bureau of Statistics - Home](#) (ultima consultazione: 20/06/2024)

<sup>5</sup> [DataBank | The World Bank](#) (ultima consultazione: 10/08/2024)

In particolare, la raccolta dei dati è stata eseguita seguendo quattro macro-categorie rappresentanti l'insieme dei dati necessari all'analisi (Figura 10).

Figura 10 - Rappresentazione delle 4 macrocategorie di dati.



Per ognuna delle quattro macrocategorie ho raccolto determinati dati considerati pertinenti all'indagine:

Figura 11 - Dati demografici.

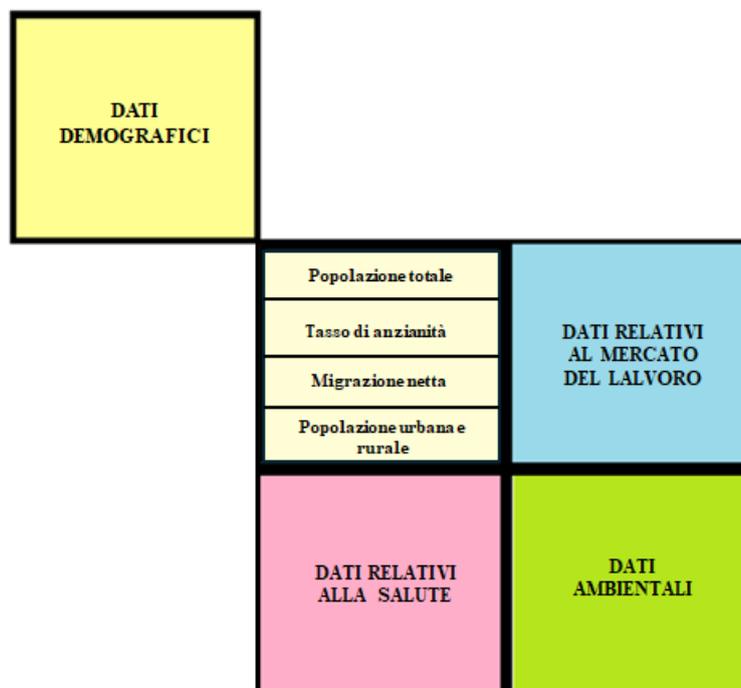


Figura 12 - Dati relativi al mercato del lavoro.

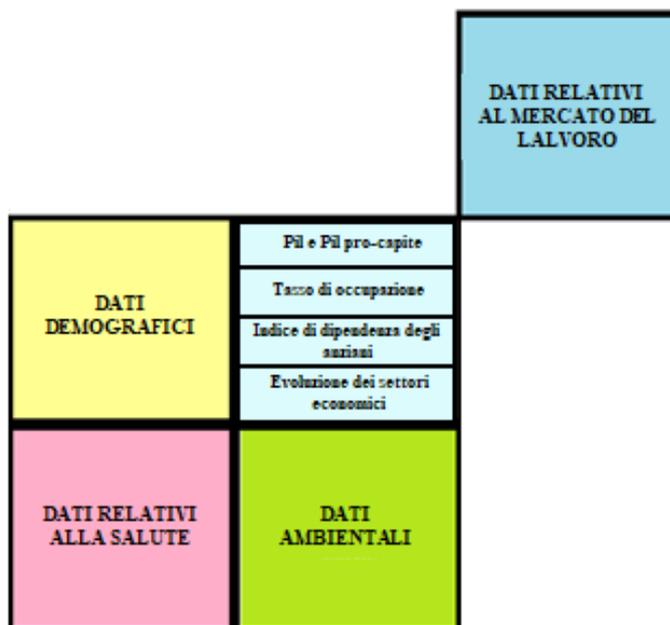


Figura 13 - Dati relativi alla salute.

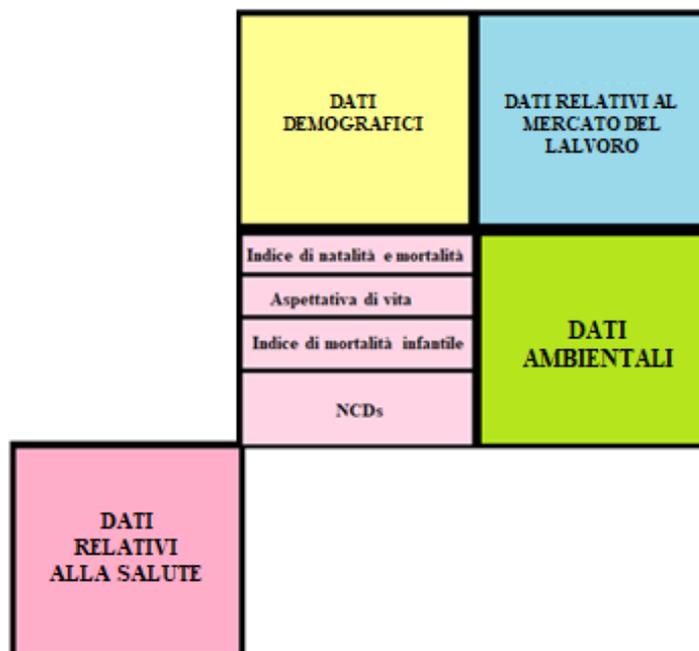
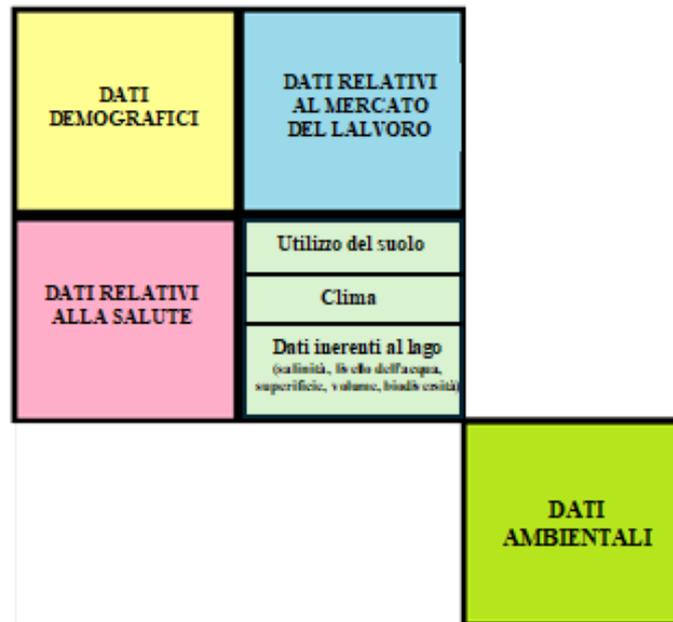


Figura 14 - Dati ambientali.



La suddivisione qui sopra rappresentata mi ha permesso di eseguire la raccolta dei dati con più ordine e facilità.

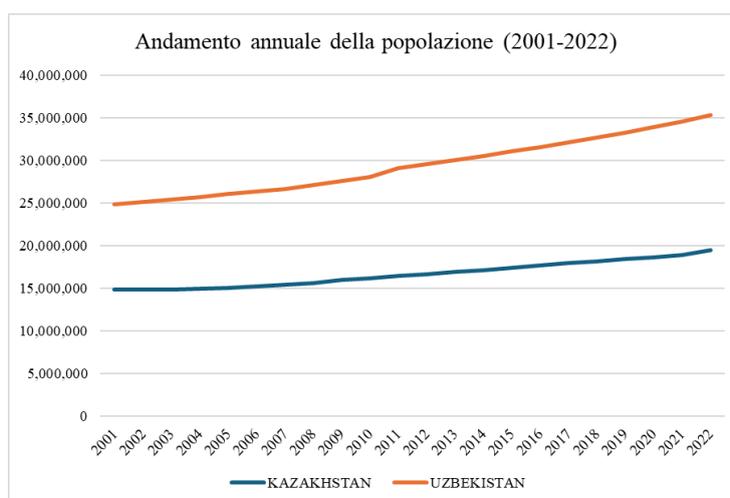
Una volta raggruppati tutti i dati ho eseguito un'analisi volta all'utilizzo dei modelli di regressione (descritti più approfonditamente nel paragrafo 3.5) i quali mi hanno permesso di osservare delle relazioni tra le diverse variabili prese in considerazione (carattere limitante della ricerca scientifica, in quanto vengono prese in considerazione solo alcune delle molteplici variabili presenti nel contesto).

### 3.4 Presentazione dei dati

#### Dati demografici

I tipi di dati selezionati per l'analisi di questa macrocategoria sono 4: andamento annuale della popolazione totale, tasso di anzianità, andamento annuale della migrazione netta e la composizione della popolazione tra urbana e rurale.

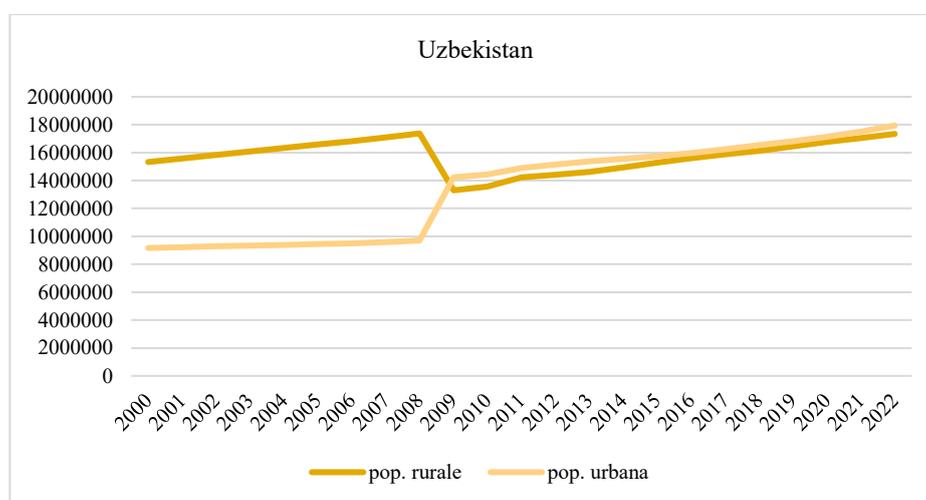
Figura 15- Andamento della popolazione di Uzbekistan e Kazakhstan tra il 2001 e il 2022.



Fonte: Agency of statistics under the President of the Republic of Uzbekistan e Agency of the Republic of Kazakhstan for Strategic Planning and Reforms National Bureau of Statistics.

Da questa prima figura (figura 15) si può evincere come la popolazione negli ultimi vent'anni sia cresciuta in modo costante senza particolari picchi in tutti e due i paesi.

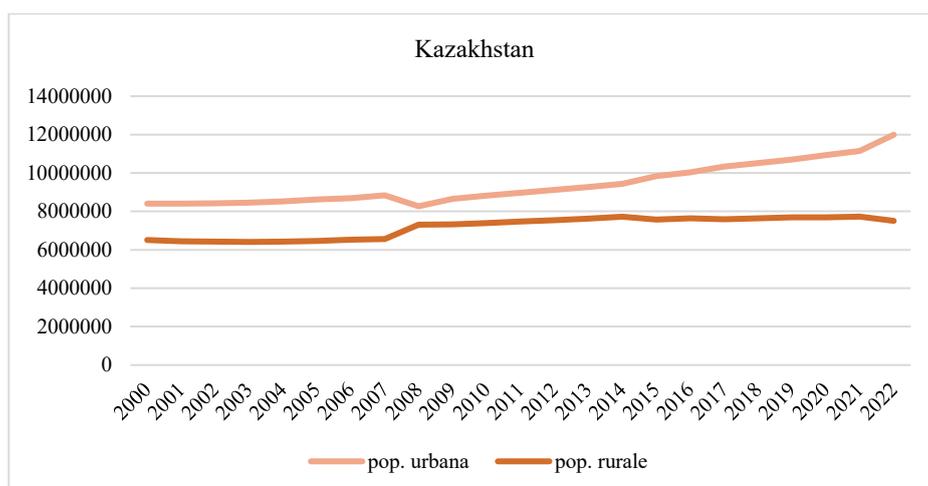
Figura 16 - Andamento della popolazione rurale e urbana dell'Uzbekistan dal 2000 al 2022.



Fonte: Agency of statistics under the President of the Republic of Uzbekistan.

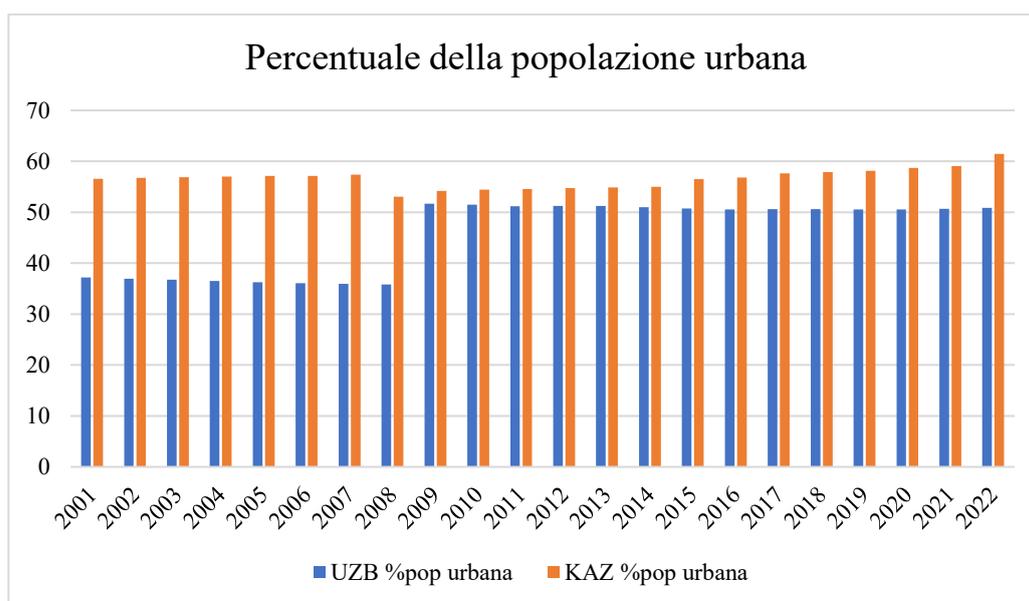
A differenza della divisione fra popolazione urbana e popolazione rurale del Kazakhstan (figura 17), quella dell'Uzbekistan (figura 16) presenta una chiara maggioranza di quella rurale fino al 2008, anno in cui avviene un allineamento con quella urbana, e in seguito, a partire dal 2010, entrambe le popolazioni seguono un andamento simile, con una crescita graduale.

Figura 17 - Andamento della popolazione rurale e urbana del Kazakhstan dal 2000 al 2022.



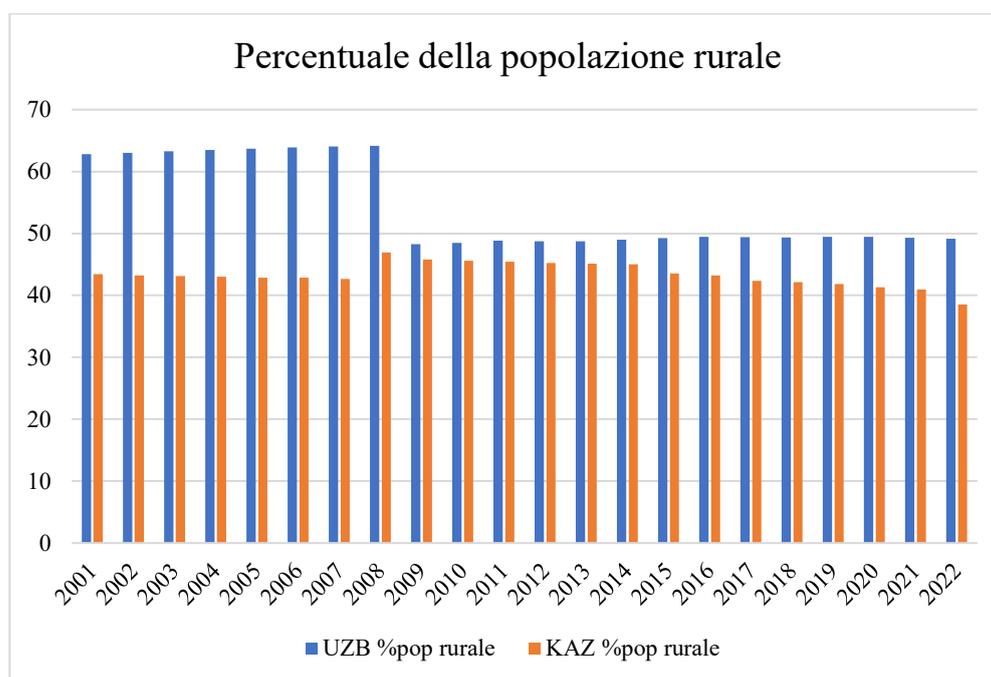
Fonte: Agency of the Republic of Kazakhstan for Strategic Planning and Reforms National Bureau of Statistics.

Figura 18 - Percentuale della popolazione urbana sul totale della popolazione per Uzbekistan e Kazakhstan.



Fonte: Agency of the Republic of Kazakhstan for Strategic Planning and Reforms National Bureau of Statistics e Agency of statistics under the President of the Republic of Uzbekistan.

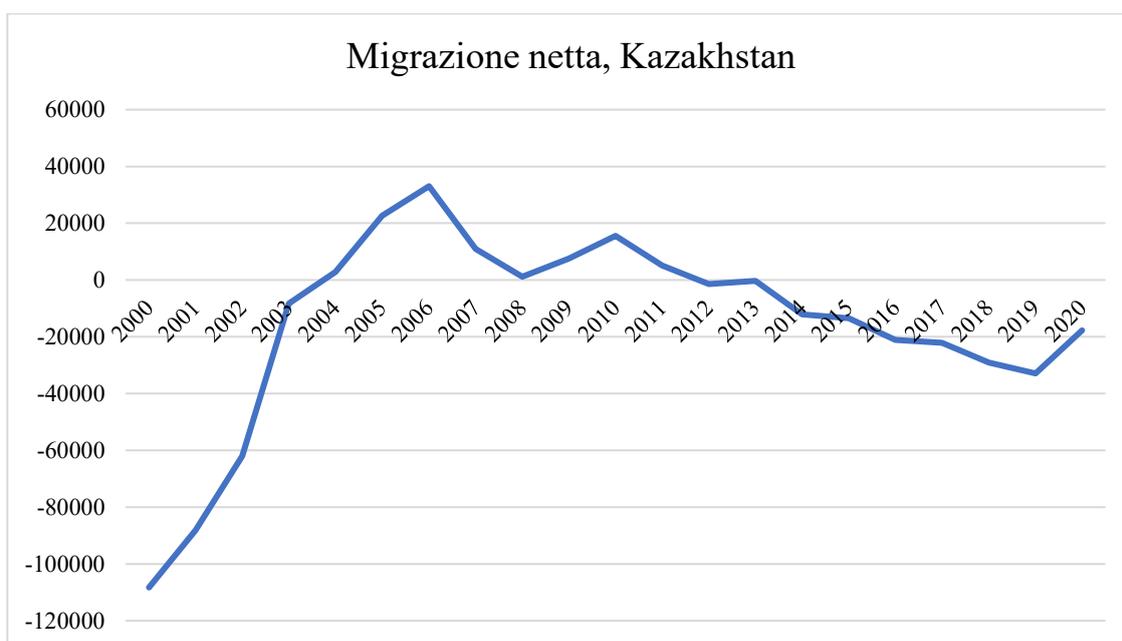
Figura 19 - Percentuale della popolazione rurale sul totale della popolazione per Uzbekistan e Kazakhstan.



Fonte: Agency of the Republic of Kazakhstan for Strategic Planning and Reforms National Bureau of Statistics e Agency of statistics under the President of the Republic of Uzbekistan.

La figura presentata qui sotto rappresenta la migrazione netta del Kazakhstan dal 2000 al 2020. La migrazione netta viene calcolata sottraendo alle Immigrazioni le Emigrazioni (I-E), perciò un saldo migratorio positivo equivale a più persone che entrano nel paese rispetto a quelle che escono, mentre un saldo negativo si traduce in numero d'uscita di persone che sovrasta quello d'entrata.

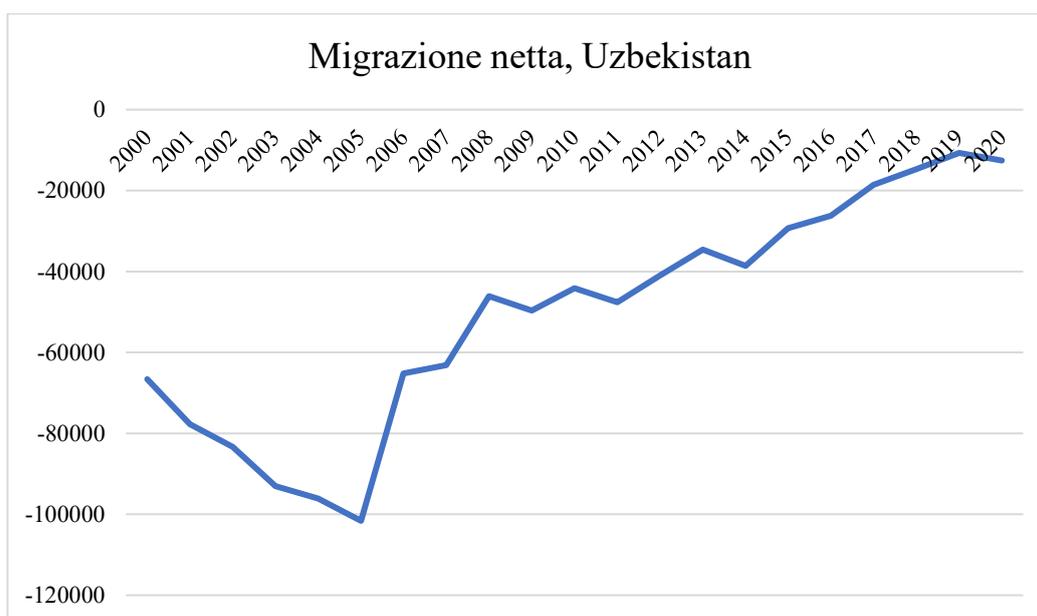
Figura 20 - Andamento della migrazione netta del Kazakhstan dal 2000 al 2020.



Fonte: World Bank e Agency of the Republic of Kazakhstan for Strategic Planning and Reforms National Bureau of Statistics.

Se si mettono a confronto la figura 18 e la figura 19, appare chiara la differenza fra i due paesi, mentre per l'Uzbekistan (figura 19) vengono restituiti solo saldi negativi (Emigrazioni maggiori rispetto alle Immigrazioni), nella figura 18 dal 2004 al 2012 si può osservare come il saldo risulti positivo per il Kazakhstan (Emigrazioni minori rispetto alle Immigrazioni). Tuttavia, come si evince dai due grafici, nel 2020 i due paesi confluiscono circa nello stesso punto con saldi negativi rispettivamente di -17718 per il Kazakhstan e -12543 per l'Uzbekistan.

Figura 21 - Andamento della migrazione netta dell'Uzbekistan dal 2000 al 2020.



Fonte: World Bank e Agency of statistics under the President of the Republic of Uzbekistan.

Per quanto riguarda il tasso di anzianità (tabella 2), ovvero il rapporto tra la popolazione anziana (con età 65+) e la popolazione giovane (con età compresa fra 0 e 14), è stato messo in rapporto con quello italiano, così da toccare una realtà più vicina. Appare evidente che la differenza fra i due paesi dell'Asia Centrale e l'Italia sia elevata, probabilmente proprio perché l'Italia, essendo un Paese più ricco, ha la possibilità di offrire più servizi sanitari e di conseguenza un'aspettativa di vita più alta.

Tabella 4 - Tasso di anzianità a confronto di Uzbekistan, Kazakhstan e Italia (dal 2009 al 2023).

	<b>UZ</b>	<b>KAZ</b>	<b>IT</b>
<b>ANNO</b>	Tasso (%)	Tasso (%)	Tasso (%)
2009	14.2	29.59	143.7
2010	13.9	28.27	144.4
2011	13.8	27.02	145.2
2012	13.9	26.36	148.4
2013	14.1	26.03	151.1
2014	14.1	25.78	154.6
2015	14.2	25.66	158.3
2016	14.6	25.78	162
2017	15.0	25.79	165.9
2018	15.5	25.99	169.5
2019	15.9	26.24	174
2020	16.3	26.72	179.4
2021	16.7	26.71	182.6
2022	17.2	27.65	187.6
2023	17.8	28.77	193.1

Fonte: Istat, Agency of statistics under the President of the Republic of Uzbekistan e Agency of the Republic of Kazakhstan for Strategic Planning and Reforms National Bureau of Statistics.

## Dati riguardanti il mercato del lavoro

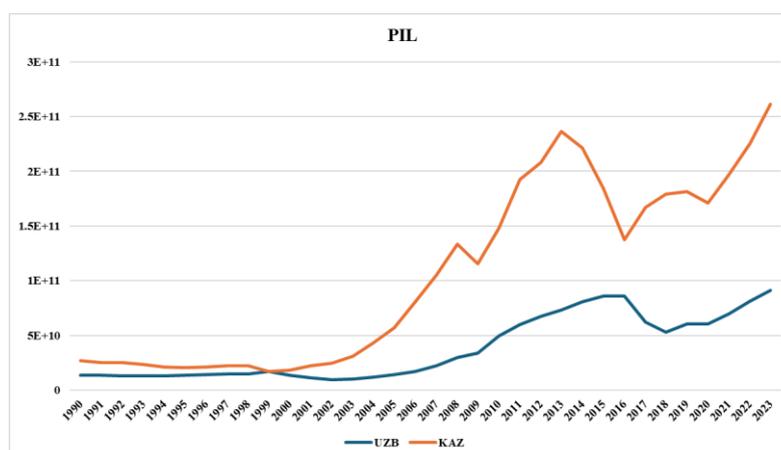
In questo caso i gruppi di dati selezionati nella raccolta per questa macrocategoria sono 5: Pil, Pil pro-capite, tasso di occupazione, indice di dipendenza degli anziani, evoluzione dei settori economici.

Dalla figura 20 appare evidente che il Kazakhstan abbia un Pil (Prodotto Interno Lordo) maggiore rispetto all'Uzbekistan, con una particolare impennata dal 2000 al 2007, un picco nel 2013 al quale è seguita una discesa fino al 2016, e una successiva risalita fino al 2023.

Per quanto riguarda l'Uzbekistan si può osservare una crescita abbastanza lineare fino al 2016 al quale è seguito un lieve abbassamento fino al 2018, che successivamente ha portato a una ricrescita sempre lieve fino al 2023.

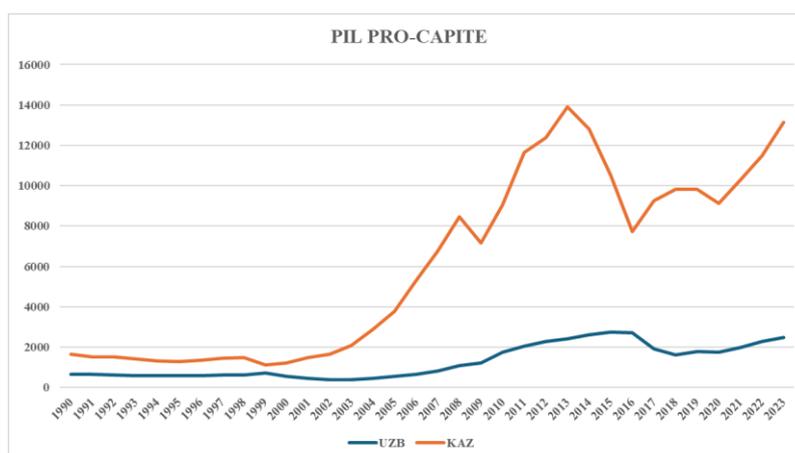
Le stesse tendenze del Pil dei due paesi vengono ripresentate anche nella figura 21, in riferimento al Pil pro-capite, ovvero la distribuzione della ricchezza e del benessere economico individuale.

Figura 22: Andamento del Pil di Uzbekistan e Kazakhstan dal 1990 al 2023.



Fonte: World Bank.

Figura 23 - Andamento del Pil pro-capite di Uzbekistan e Kazakhstan dal 1990 al 2023.



Fonte: World Bank.

Successivamente nella tabella 3 sono stati messi a confronto i tassi di occupazione dei due paesi. Anche in questo caso il Kazakhstan risulta al primo posto fra i due con un tasso equivalente/maggiore del 90% (il 90% della popolazione attiva è occupata), mentre l'Uzbekistan non sorpassa mai il 70%; questi risultati potrebbero sempre essere conseguenza di un paese più ricco rispetto a uno più povero.

Tabella 5 - Confronto del tasso di occupazione di Uzbekistan e Kazakhstan (2001-2022).

ANNO	KAZAKHSTAN	UZBEKISTAN
	Tasso (%)	Tasso (%)
2001	89.57	68.42
2002	90.66	67.74
2003	91.22	67.47
2004	91.60	67.67
2005	91.89	67.75
2006	92.21	67.74
2007	92.74	67.59
2008	93.37	67.61
2009	93.44	67.64
2010	94.23	66.91
2011	94.61	66.24
2012	94.71	66.61
2013	94.79	67.09
2014	94.96	67.72
2015	94.89	68.19
2016	95.05	68.73
2017	95.10	69.24
2018	95.15	67.37
2019	95.22	68.14
2020	95.11	66.04
2021	95.14	66.97
2022	95.14	67.18

Fonte: Agency of statistics under the President of the Republic of Uzbekistan e Agency of the Republic of Kazakhstan for Strategic Planning and Reforms National Bureau of Statistics.

Nella tabella 4 sono stati messi a confronto gli indici di dipendenza degli anziani dei due paesi dell'Asia Centrale e dell'Italia, con l'obiettivo di rendere l'idea ancora più chiara.

Analogamente al tasso di anzianità, l'indice italiano risulta essere molto più elevato rispetto a quello dei due paesi asiatici, che si può tradurre sempre in termini di ricchezza del paese.

Tabella 6 - Confronto degli indici di dipendenza degli anziani di Uzbekistan, Kazakhstan e Italia (2009-2023).

ANNO	UZ	KAZ	IT
	Tasso (%)	Tasso (%)	Tasso (%)
2009	6.59	10.36	30.8
2010	6.44	9.93	31.1
2011	6.47	9.62	31.2
2012	6.50	9.59	32
2013	6.62	9.75	32.6
2014	6.74	9.95	33.3
2015	6.92	10.25	34
2016	7.28	10.62	34.5
2017	7.63	10.96	35
2018	8.05	11.33	35.4
2019	8.47	11.71	35.8
2020	8.97	12.14	36.4
2021	9.44	12.41	37
2022	10.03	13.15	37.5
2023	10.71	13.70	37.8

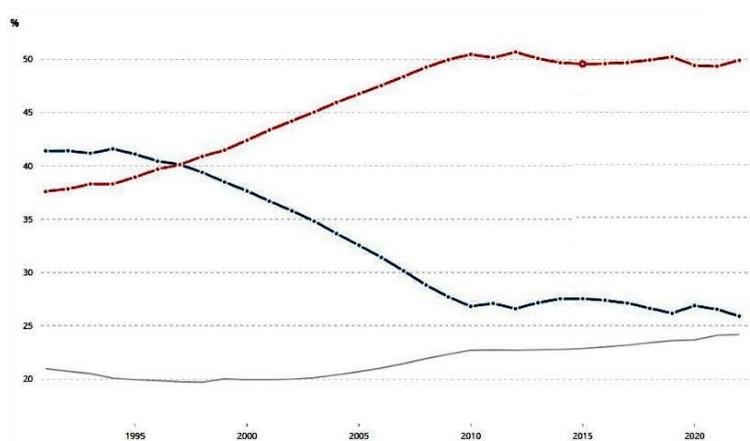
Fonte: Istat, Agency of statistics under the President of the Republic of Uzbekistan e Agency of the Republic of Kazakhstan for Strategic Planning and Reforms National Bureau of Statistics.

Le figure 22 e 23 riportano rispettivamente l'evoluzione dei settori economici di Uzbekistan e Kazakhstan, e in particolare la percentuale di apporto di ogni settore al Pil dal 1990 al 2022. Da queste rappresentazioni si può osservare come in Uzbekistan fino all'indipendenza (1991) e poco dopo, il settore più prolifero era proprio quello primario con una percentuale del 41% circa, il quale verrà poi superato da quella terziario dal 1997 in poi (salendo fino al 50%), mentre il settore secondario rimarrà sempre tra il 20-25%.

Il Kazakhstan (figura 23) presenta invece un'evoluzione abbastanza lineare, in cui il settore terziario dal 1990 è quello che rappresenta una percentuale maggiore di apporto al Pil (circa 45%), contro un 36% del settore primario e un 19% del settore secondario. Negli anni successivi la differenza tra i settori aumenta (soprattutto tra il terziario e il primario) e nel 2022 si traducono in: 65% di apporto da parte del settore terziario, 11% da parte del settore primario, e un 24% da parte del settore secondario.

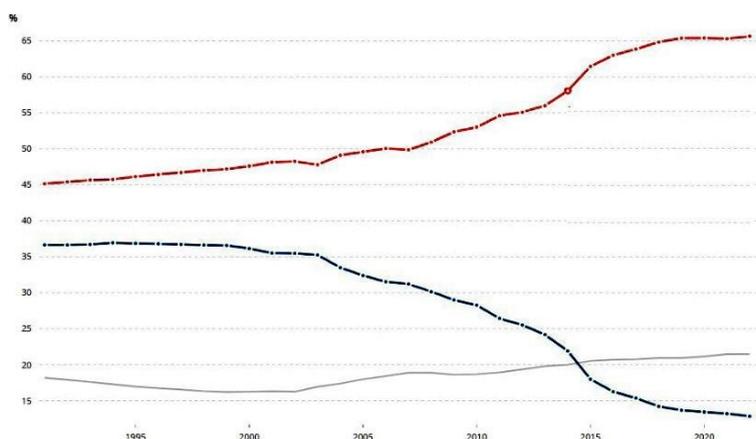
Questi risultati indicano una grande linea di confine tra la composizione del mercato del lavoro dell'Uzbekistan (incentrato più su agricoltura e servizi) rispetto a quello del Kazakhstan (incentrato di più su servizi e industria).

Figura 24 - Evoluzione dei settori economici dell'Uzbekistan (1990-2022). In rosso il settore terziario, in blu quello primario e in grigio il secondario.



Fonte: World Bank.

Figura 25 - Evoluzioni dei settori economici del Kazakhstan (1990-2022). In rosso il settore terziario, in blu il primario e in grigio il secondario.



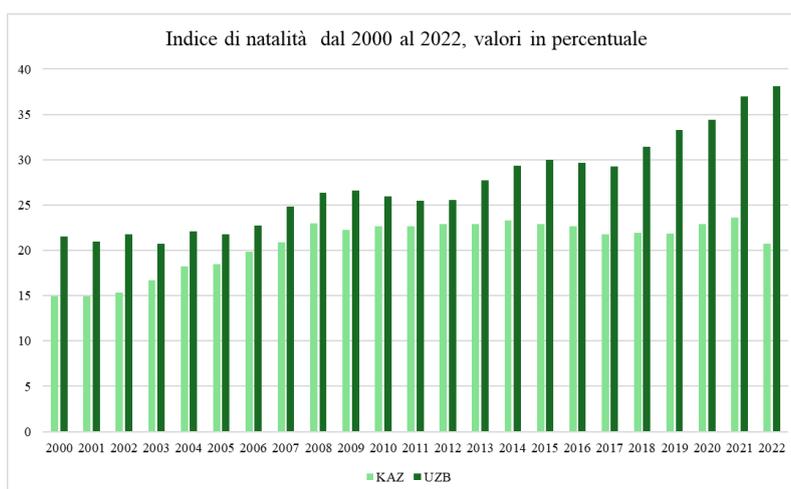
Fonte: World Bank.

### Dati riguardanti la salute

Anche in questo caso i gruppi di dati raccolti per la macrocategoria qui proposta sono 5: indice di natalità, indice di mortalità, indice di mortalità infantile, aspettativa di vita e il tasso di mortalità attribuito all'inquinamento dell'aria degli ambienti chiusi e di quelli esterni.

L'indice di natalità dell'Uzbekistan (figura 24) appare sempre in percentuale maggiore (tra il 2000 e il 2022) rispetto al Kazakhstan, il quale non supera mai il 25% a differenza dell'Uzbekistan che nel 2022 raggiunge il 38%.

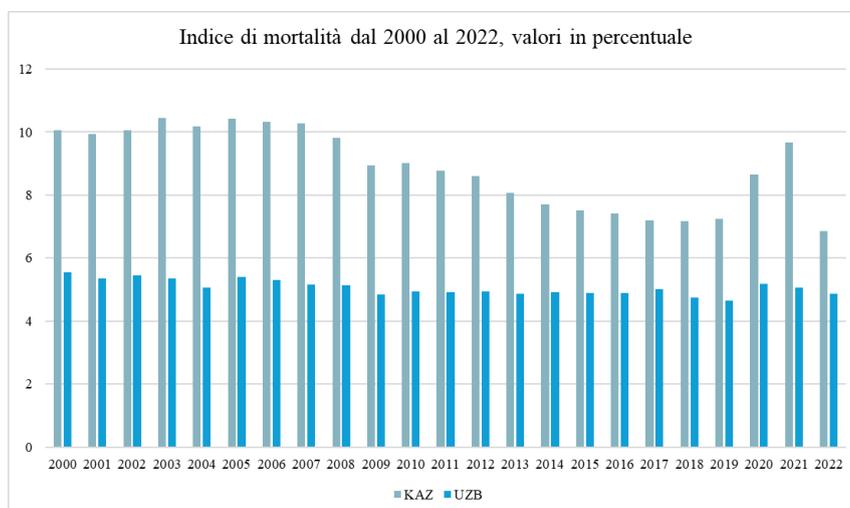
Figura 26 - Andamento dell'indice di natalità di Uzbekistan e Kazakhstan, dal 2000 al 2022.



Fonte: Agency of statistics under the President of the Republic of Uzbekistan e Agency of the Republic of Kazakhstan for Strategic Planning and Reforms National Bureau of Statistics.

Affiancato a un indice di natalità basso rispetto a quello uzbeko, il Kazakhstan presenta un indice molto più alto dell'Uzbekistan come si può dedurre dalla figura 25.

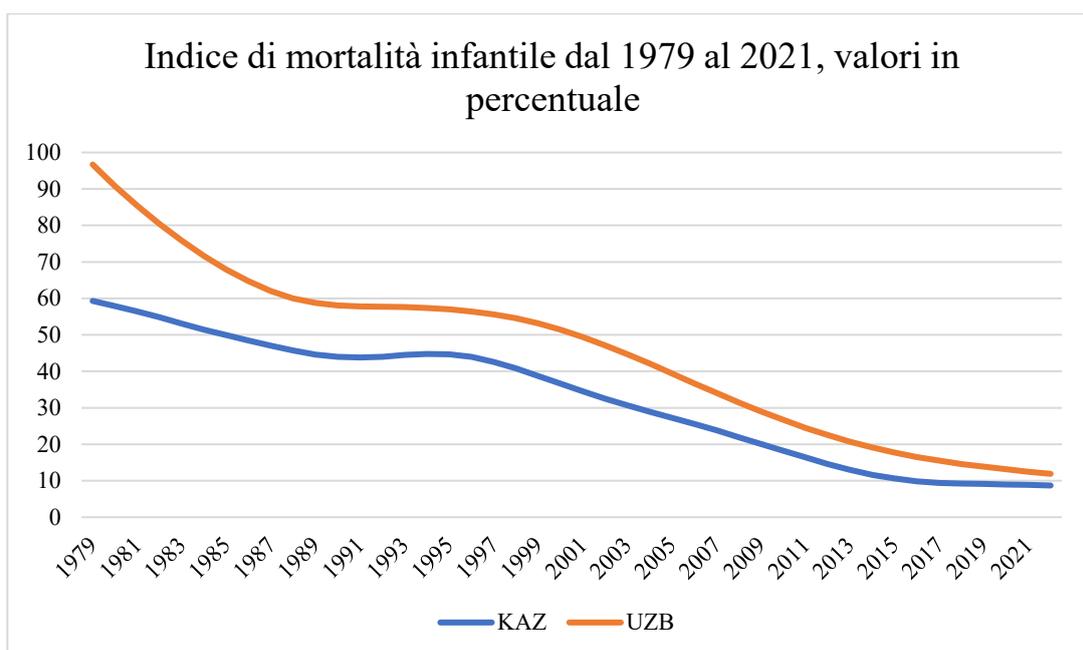
Figura 27 - Andamento dell'indice di mortalità di Uzbekistan e Kazakhstan, dal 2000 al 2022.



Fonte: Agency of statistics under the President of the Republic of Uzbekistan e Agency of the Republic of Kazakhstan for Strategic Planning and Reforms National Bureau of Statistics.

Successivamente è stato messo a confronto anche l'indice di mortalità infantile dal 1979 al 2021 restituendo un'immagine rappresentata dalla figura 26, dalla quale si può osservare un indice elevatissimo per quanto riguarda l'Uzbekistan nel 1979 (97%), seguito da una discesa lineare fino al 2021 in cui equivale al 10% come per il Kazakhstan.

Figura 28 - Andamento dell'indice di mortalità infantile di Uzbekistan e Kazakhstan, dal 1979 al 2021.



Fonte: World Bank.

Nella tabella 5 vengono riportati i valori dell'aspettativa di vita tra il 2000 e il 2022, e in particolare per i seguenti anni: 2000, 2010, 2020 e 2022.

Se per l'Uzbekistan in miglioramento dell'aspettativa di vita non si è mai spostato più di tanto (dal 2000 al 2022 è aumentato di 3 anni) per il Kazakhstan il miglioramento risulta più netto (dal 2000 al 2022 è aumentato di 8 anni), finendo col raggiungere la medesima aspettativa di vita dell'Uzbekistan.

Tabella 7 - Evoluzione dell'aspettativa di vita tra il 2000 e il 2022 (nella tabella vengono presi in considerazione 4 anni in particolare).

	2000	2010	2020	2022
Uzbekistan	71	73	73	74
Kazakhstan	66	68	71	74

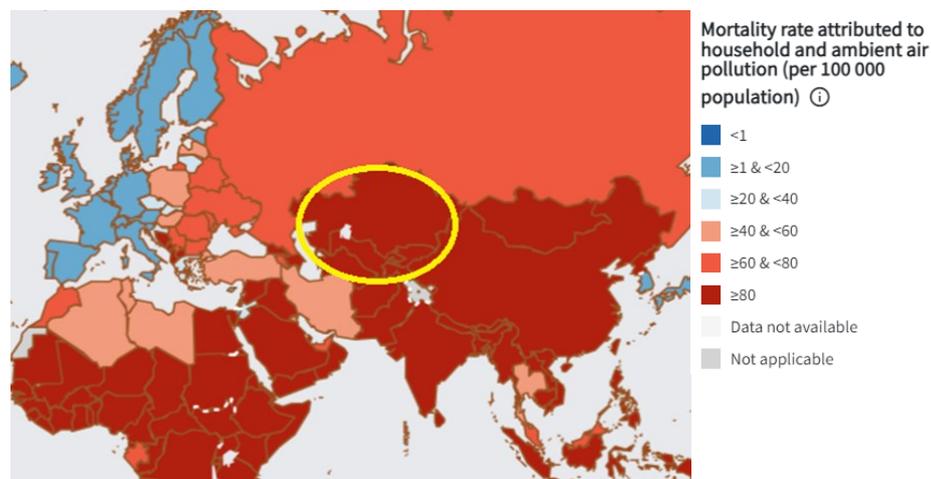
Fonte: Agency of statistics under the President of the Republic of Uzbekistan e Agency of the Republic of Kazakhstan for Strategic Planning and Reforms National Bureau of Statistics.

Infine, per quanto riguarda l'analisi dei dati sulla salute, è stato riportato il tasso di mortalità ogni 100.000 persone, attribuita all'inquinamento dell'aria sia dell'ambiente esterno, sia degli ambienti chiusi (come case, uffici ecc.). Questo è stato possibile facendo riferimento al portale della WHO (World Health Organization) il quale riporta dei dati riguardanti le NCDs,

ovvero le Noncommunicable diseases (Malattie non trasmissibili), tra le quali fanno parte quelle legate all'inquinamento dell'aria.

Nella figura 27 viene rappresentata con una mappa il tasso suddetto che, grazie a dei colori che dal blu al rosso scuro rappresentano l'incidenza, è possibile osservare i dati pertinenti all'indagine: sia Uzbekistan che Kazakhstan riportano un tasso di mortalità attribuito all'inquinamento dell'aria degli ambienti chiusi e di quelli esterni  $\geq 80$  nel 2019.

Figura 29 - Mappa del tasso di mortalità attribuito all'inquinamento dell'aria degli ambienti chiusi e di quelli esterni (2019). In giallo viene evidenziata l'area di interesse dell'indagine.



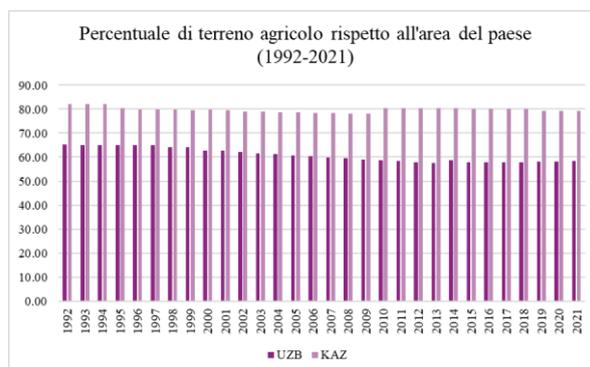
Fonte: WHO (World Health Organization), NCDs portal, air pollution diseases.

### Dati ambientali

Per quest'ultima macrocategoria, i tipi di dati selezionati nella raccolta sono 9: percentuale di terreno agricolo rispetto all'area del paese, area rurale del paese e area urbana, classificazione climatica Köppen-Geiger, temperature medie mensili, dinamiche del livello dell'acqua del lago d'Aral, della sua superficie, del suo volume e altri dati generali sul lago (precipitazioni, evaporazione, salinità).

Come prima figura (figura 28) viene presentato il confronto tra la percentuale di terreno agricolo rispetto all'area totale del paese. Le percentuali rimangono per lo più costanti dal 1992 al 2021, anno in cui l'80% dell'area del Kazakhstan è ricoperto da terreno agricolo, ovvero 2137959 km<sup>2</sup>, mentre il 59% dell'area uzbeka ricoperta da terreno agricolo equivale a 256906 km<sup>2</sup>. Chiaramente il Kazakhstan è un paese molto più esteso territorialmente dell'Uzbekistan come si può osservare dalla tabella 2, e in più il numero di abitanti è visibilmente inferiore; perciò, la densità risulterà più elevata in un paese più "piccolo" come l'Uzbekistan ma così popoloso, e questo toglie spazio al possibile terreno agricolo.

Figura 30 - Confronto tra percentuale di terreno agricolo rispetto all'area del paese dell'Uzbekistan e quella del Kazakhstan (1992-2021).



Fonte: World Bank.

L'area rurale dei due paesi risulta maggiore rispetto a quella urbana sia nel 1990 che nel 2015, tuttavia l'area urbana dell'Uzbekistan risulta maggiore e con un aumento più elevato di quest'ultima rispetto all'area urbana del Kazakhstan. Questa differenza nella dimensione dell'area urbana è probabilmente attribuibile alla maggiore popolazione dell'Uzbekistan rispetto a quella del Kazakhstan.

Tabella 8 - Area rurale del paese in metri quadrati.

	1990	2000	2015
UZB	417200.72	414875.20	412602.14
KAZ	2637304.54	2637254.62	2636600.48

Fonte: World Bank.

Tabella 9 - Area urbana del paese in metri quadrati.

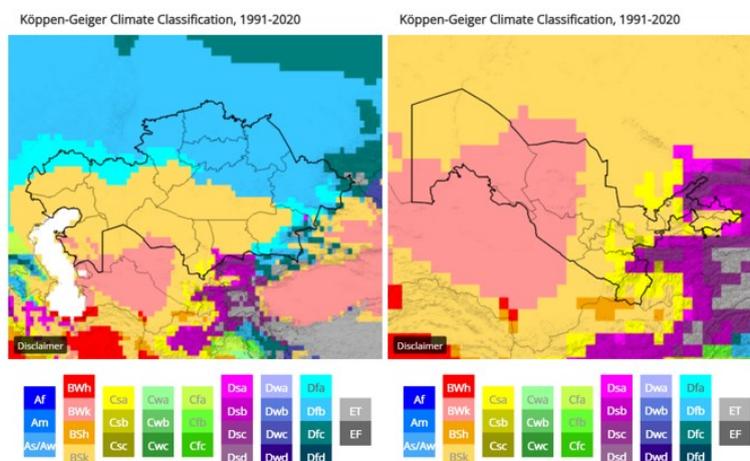
	1990	2000	2015
UZB	10833.62	13159.15	15432.20
KAZ	5659.33	5709.25	6363.39

Fonte: World Bank.

La figura 29 posta qui sotto, è una rappresentazione della classificazione climatica detta Köppen-Geiger recuperata tramite il portale informativo del cambiamento climatico della Banca Mondiale<sup>6</sup>; questo sistema di classificazione divide il clima in cinque principali gruppi divisi in base alle piogge stagionali e alle tendenze delle temperature (dal 1991 al 2020): A = tropicale, B = secco, C = temperato, D = continentale, E = polare.

<sup>6</sup> [Home | Climate Change Knowledge Portal \(worldbank.org\)](https://climateknowledgeportal.worldbank.org/) (ultima consultazione: 20/06/2024).

Figura 31 - Classificazione climatica Köppen-Geiger dal 1991 al 2020 del Kazakistan (sinistra) e dell'Uzbekistan (destra).



Fonte: World Bank, Climate Change Knowledge Portal.

Da queste figure si può notare come la zona del lago (Nord-Ovest dell'Uzbekistan e Sud-Ovest del Kazakistan) sia prevalentemente secca.

In seguito, tramite il portale del CAWater-info, è stato possibile recuperare alcuni dati riguardanti il lago d'Aral.

Tabella 10 - Temperature medie mensili per ogni anno dal 1961 al 2000. Rilevazioni della stazione meteorologica del lago d'Aral.

Weather station "Aral Sea"												
months	gennaio	febbraio	marzo	aprile	maggio	giugno	luglio	agosto	settembre	ottobre	novembre	dicembre
1961-1965	-10,7	-11	-1,6	7,9	18,5	18,6	26,5	23,1	16,9	7,9	1	-6,7
1966-1970	-13,8	-12,2	-2	10,4	17,8	23,2	25,6	24	17	7,4	-0,4	-9,7
1971-1975	-14,5	-12,2	-3,9	10,1	18,3	24,1	25,9	23,5	17,7	8,5	0,5	-5,5
1975-1980	-10,6	13	-3,6	10,1	19	24,5	27,6	16,1	17,6	5,9	-0,4	-6,8
1981-1985	-9,7	-10,3	-3	11,2	18	24,4	28,8	25,5	17,5	8,1	-0,4	-8,7
1986-1990	-9,8	-11,1	-3,2	9,7	18,4	26,2	27,6	24,9	18,9	6,7	-1,6	-6,1
1991	-9,6	-12,5	-3,2	12,9	20,2	27,2	27,8	23,9	18,5	12	2,2	-7,1
1992	-7,9	-7,8	-8,2	9,7	17	23,1	25,9	21,9	17,4	7	1,5	-6
1993	-8,4	-9,5	-3,3	9,8	16,7	24,1	26,9	24,8	15,1	7,3	0,3	-9,6
1994	-1,2	-17,3	-6,1	10,2	19,5	26,1	24,6	24,6	17,3	9,8	0,8	-8,7
1995	-12,8	-7,6	-0,9	16,5	18,9	26,6	28,7	25,9	18	9,2	3,3	-10
1996	-16,7	-14,4	-8,6	7,2	19,5	26,7	28,2	23,8	17,9	6,8	-0,1	-13,6
1997	-13,4	-10,6	-2,9	15,8	19,1	24,6	27,8	27,6	16,8	8,4	3,8	-3,9
1998	-15,2	-10,4	-5,3	8,1	18,1	27,8	29,6	26,8	18,3	8,6	-3,9	-5,7
1999	-7,3	-1,6	-1,9	11,8	17,8	22,7	26,4	27,8	17,9	11,8	-3,6	-3,9
2000	-6,6	-3,7	1,2	15,6	15,9	25,6	27,2	27,1	17	5,5	-2,7	-6,1

Fonte: CAWater-info.net.

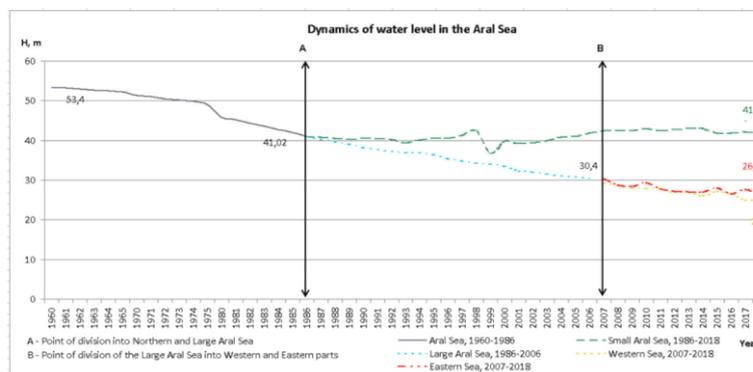
Come primo dato troviamo rappresentate nella tabella 8 le oscillazioni delle temperature medie mensili per ogni anno dal 1961 al 2000, rilevate dalla stazione meteorologica del lago d'Aral.

La prima variazione di temperatura che si può osservare è quella da gennaio 1961-1965 a gennaio 2000 la quale passa da  $-10,7\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $-6,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ , febbraio che passa da  $-11\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $-3,7\text{ }^{\circ}\text{C}$

e giugno che passa da 18,6 °C a 25,6 °C; gli altri mesi rimangono più o meno costanti ma queste variazioni potrebbero essere sintomo di cambiamento climatico.

Inoltre, sempre usufruendo del sito prima citato, sono stati recuperati dei grafici che rappresentano le dinamiche del livello dell'acqua del Lago (figura 31), dell'area della sua superficie (figura 32), del suo volume (figura 33) e di altri dati come salinità, evaporazione e precipitazioni (tabella 9).

Figura 32 - Dinamiche del livello dell'acqua del lago d'Aral (1960-2018).



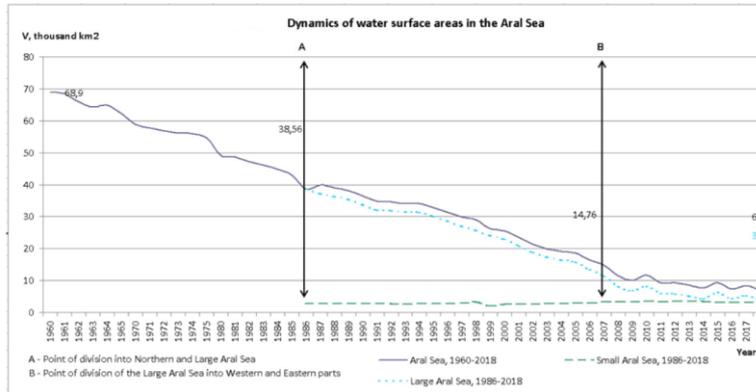
Fonte: CAWater-info.net

Dalla figura 31 si può notare come il livello dell'acqua sia sceso rapidamente dal 1960 fino al 1986 (da 53,4 m a 41,02 m) dividendosi a questo punto in due laghi: Piccolo Aral (Kazakhstan) e Grande Aral (Uzbekistan); da questa rappresentazione di può osservare come il Piccolo Aral, probabilmente grazie ai tentativi di ripristino ecologico, è riuscito a mantenere un buon livello fino ad arrivare a 41,6 m nel 2018, mentre il Grande Aral nel 2007 ha raggiunto i 30,4 m portando il lago a dividersi nuovamente in lago occidentale e lago orientale, i quali hanno raggiunto rispettivamente 24 m e 26,5 m nel 2018.

La figura 32 riporta ancora più chiaramente il prosciugamento del lago, trattandosi proprio delle dinamiche dell'area della superficie, la quale passa dai 68900 km<sup>2</sup> nel 1960, ai 6900 km<sup>2</sup> nel 2018.

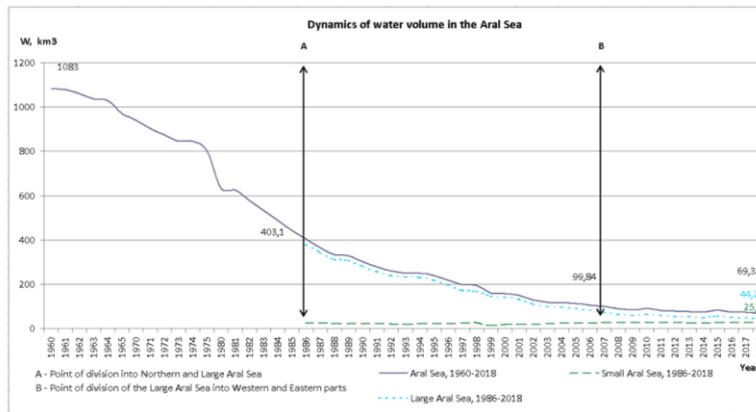
Lo stesso andamento si presenta anche nella rappresentazione delle dinamiche del volume del lago (figura 33), il quale passa da 1083 km<sup>3</sup> nel 1960 a 68,31 km<sup>3</sup> nel 2018 (divisi tra Piccolo Aral con 25 km<sup>3</sup> e Grande Aral con 44,27 km<sup>3</sup>).

Figura 33 - Dinamiche dell'area della superficie del lago d'Aral (1960-2018).



Fonte: CAWater-info.net

Figura 34 - Dinamiche del volume dell'acqua del lago d'Aral (1960-2018).



Fonte: CAWater-info.net

Tabella 11 - Dati generali del lago tra il 1986 e il 2009.

Years	River inflow, km <sup>3</sup> /year				Precipitation, km <sup>3</sup>	Evaporation, km <sup>3</sup>	Level, m (BS)	Water volume, km <sup>3</sup>	Water surface area, km <sup>2</sup>	Salinity, g/l
	Amudarya		Syrdarya							
	s	Q	s	Q						
1986	2.69	0.46	3.73	0.20	0.11	0.98	41.94	448.00	41047	22.9
1987	1.17	8.68	2.58	1.00	0.10	1.00	41.10	432.00	38831	23.9
1988	0.72	17.81	1.01	5.00	0.11	0.94	40.29	401.00	37410	25.0
1989	2.30	1.51	1.42	3.10	0.15	0.97	39.75	380.00	36562	28.0
1990	1.33	6.89	1.67	2.41	0.70	1.04	39.08	354.00	35349	30.0
1991	1.33	10.48	1.89	2.58	0.80	1.06	38.24	323.00	33831	32.0
1992	0.78	24.27	1.73	3.34	0.10	0.92	37.56	299.00	32649	34.0
1993	1.06	15.52	1.17	7.50	0.90	0.83	37.20	286.00	32017	35.0
1994	0.93	18.72	1.09	8.46	0.12	0.97	36.95	278.00	31564	36.0
1995	2.13	3.24	1.52	4.53	0.90	0.98	36.60	266.00	30879	37.0
1996	1.87	4.92	1.47	4.89	0.19	0.97	36.11	250.00	29872	42.0
1997	2.68	0.73	1.64	3.82	0.24	0.93	35.48	230.00	28530	43.5
1998	0.89	20.07	1.18	7.41	0.17	0.88	34.80	210.00	26959	49.8
1999	1.97	4.17	1.32	6.03	0.90	1.00	34.24	194.00	25519	50.6
2000	2.51	1.37	1.83	2.86	0.13	0.96	33.80	181.00	24266	55.8
2001	2.87	0.09	1.79	3.03	0.16	0.95	33.30	169.00	22745	58.6
2002							30.90			70.0
2003							30.34			78.7
2004							30.51			86.3
2005							30.33	125	19600	90.0
2006							30.08			92.1
2007							29.51			95.3
2008							28.31			97.6
2009							27.53	105	13500	102

Fonte: CAWater-info.net

Infine, nella tabella 9 vengono riassunte tutte le varie caratteristiche del lago, come la salinità, l'evaporazione e le precipitazioni. Mentre le precipitazioni e le evaporazioni non sembrano variare molto dal 1986 al 2001, la salinità varia dai 22,9 g/l nel 1986, ai ben 102 g/l nel 2009, caratteristica molto rilevante per quanto riguarda la qualità dell'acqua.

### 3.5 Analisi della regressione

L'analisi della regressione permette di ricercare, a partire dai dati osservati, una relazione statistica tra la variabile dipendente e le altre variabili (Borra e Di Caccio, 2021).

Nel caso specifico della ricerca presentata in questo elaborato le variabili scelte sono le seguenti:

*Tabella 12 - Variabili indipendenti e variabili dipendenti per l'analisi della regressione.*

	<b>Variabili indipendenti</b>	<b>Variabili dipendenti</b>
Dati socio-economici	Pil pro-capite	Tasso di mortalità
	Tasso di occupazione	Tasso di mortalità infantile
	Apporto dei settori economici al Pil	Pil
	Popolazione	Tasso di natalità
		Acqua prelevata per uso domestico
Dati ambientali (riferiti al lago)	Variazioni delle precipitazioni	Biodiversità (presenza di specie ittiche)
	Quantità di terreno che richiede acqua (area irrigata)	Livello dell'acqua
	Superficie dell'acqua	Qualità dell'acqua (livello di salinità)
	Livello dell'acqua	
	Evaporazione (km <sup>3</sup> )	

Una volta determinate le variabili, attraverso gli strumenti di analisi di Excel è stato possibile calcolarne la regressione.

Uno dei principali indicatori è il coefficiente di determinazione ( $R^2$ ). Questo valore esprime la percentuale della varianza totale della variabile dipendente che è spiegata dalle variabili indipendenti incluse nel modello<sup>7</sup>. In altre parole,  $R^2$  misura quanto bene il modello si adatta

<sup>7</sup> [Coefficiente di determinazione R quadro - Paola Pozzolo](#) (ultima consultazione: 29/08/2024)

ai dati osservati; un  $R^2$  che si avvicina a 1 indica che il modello è molto efficace nello spiegare la variabilità della variabile dipendente, mentre un valore vicino a 0 suggerisce che il modello non è in grado di catturare gran parte della variabilità nei dati. Tuttavia, poiché  $R^2$  tende a crescere con l'aggiunta di più variabili, Excel fornisce anche il  $R^2$  corretto (Adjusted  $R^2$ ), che modifica  $R^2$  in base al numero di variabili nel modello. Questo valore penalizza l'aggiunta di variabili indipendenti non significative, permettendo di valutare meglio l'efficacia del modello quando si considerano più predittori. L'Adjusted  $R^2$  risulta particolarmente utile nei modelli di regressione multipla, dove l'inclusione di variabili irrilevanti può inflazionare il valore di  $R^2$  senza migliorare realmente la capacità predittiva del modello.

Un altro elemento chiave dell'output della regressione è l'errore standard della stima. Questo rappresenta la deviazione standard dei residui, cioè delle differenze tra i valori osservati e quelli previsti dal modello. L'errore standard fornisce un'indicazione della precisione delle previsioni: un errore standard più piccolo indica che i valori previsti sono generalmente vicini ai valori osservati, suggerendo che il modello ha un buon grado di accuratezza. Questo indicatore è particolarmente utile per valutare quanto i dati reali si discostano dalla linea di regressione stimata.

Per valutare l'intera significatività del modello di regressione, Excel calcola la statistica F, che deriva dall'analisi della varianza (ANOVA)<sup>8</sup>. La statistica F viene utilizzata per testare l'ipotesi nulla che tutti i coefficienti delle variabili indipendenti nel modello siano uguali a zero, eccetto l'intercetta. In altre parole, questo test verifica se almeno una delle variabili indipendenti ha un effetto significativo sulla variabile dipendente. Un valore elevato della statistica F indica che è improbabile che l'ipotesi nulla sia vera e che quindi almeno una delle variabili indipendenti contribuisca in modo significativo al modello. Associata alla statistica F è la significatività F (p-value della F), che indica la probabilità di osservare un valore di F almeno grande quanto quello calcolato, se l'ipotesi nulla fosse vera. Un valore p inferiore a una soglia convenzionale (ad esempio, 0,05) suggerisce che il modello di regressione nel suo complesso è significativo.

Ogni coefficiente di regressione associato alle variabili indipendenti rappresenta l'effetto marginale di un'unità di cambiamento in una variabile indipendente sulla variabile dipendente, mantenendo costanti tutte le altre variabili nel modello. Un coefficiente positivo

---

<sup>8</sup> [ANOVA: l'analisi della varianza spiegata semplice - Paola Pozzolo](#) (ultima consultazione: 29/08/2024)

indica che all'aumentare della variabile indipendente, la variabile dipendente tende ad aumentare, mentre un coefficiente negativo suggerisce che la variabile dipendente diminuisce all'aumentare della variabile indipendente. La statistica t associata a ciascun coefficiente viene utilizzata per testare l'ipotesi nulla che il coefficiente sia pari a zero, ovvero che la variabile indipendente non abbia alcun effetto sulla variabile dipendente. Se la statistica t è sufficientemente grande in valore assoluto, l'ipotesi nulla viene respinta, suggerendo che il coefficiente è significativamente diverso da zero.

Accanto alla statistica t troviamo il p-value per ciascun coefficiente. Questo valore p rappresenta la probabilità di osservare un effetto almeno grande quanto quello stimato, se l'ipotesi nulla fosse vera (se il coefficiente fosse effettivamente zero). In genere, un valore p inferiore a 0,05 viene considerato significativo, indicando che la variabile indipendente ha un'influenza statistica rilevante sulla variabile dipendente. È importante sottolineare che un valore p elevato non significa necessariamente che la variabile indipendente non abbia alcun effetto, ma semplicemente che l'effetto non è stato rilevato come statisticamente significativo nei dati analizzati.

Excel fornisce inoltre gli intervalli di confidenza per ciascun coefficiente, solitamente al 95%. Questi intervalli rappresentano un range di valori entro cui ci si aspetta che il vero valore del coefficiente si trovi con una certa confidenza. Se l'intervallo di confidenza non include lo zero, il coefficiente è considerato significativo. Gli intervalli di confidenza offrono una visione più ampia rispetto al semplice valore puntuale del coefficiente, mostrando la possibile variabilità del coefficiente stimato.

Infine, Excel fornisce un sommario dell'ANOVA (Analysis of Variance) che scompone la varianza totale della variabile dipendente in due componenti: la varianza spiegata dal modello (regression sum of squares) e la varianza non spiegata (residual sum of squares). Questo sommario permette di valutare la bontà complessiva del modello e costituisce la base per il calcolo della statistica F. Una grande porzione della varianza spiegata dal modello rispetto alla varianza totale suggerisce che il modello ha una buona capacità predittiva.

### **3.6 Dati socio-economici**

Per il calcolo della regressione dei dati socio-economici ho seguito lo schema ben rappresentato dalla tabella 11, il quale riporta le varie associazioni tra le variabili scelte per l'analisi.

Tabella 13 - Associazione delle variabili dipendenti alle variabili indipendenti per i dati socio-economici.

Variabile dipendente	Variabile indipendenti
Pil	Tasso di occupazione Popolazione Apporto dei settori economici
Tasso di natalità	Pil pro-capite Tasso di mortalità infantile
Tasso di mortalità infantile	Tasso di natalità
Acqua prelevata per uso domestico	Popolazione

### 3.7 Dati ambientali (riferiti al lago)

Per quanto riguarda i modelli di regressione riferiti ai dati del lago, ho usato la stessa tecnica di rappresentazione dello schema di associazione dei dati socio-economici, come si può osservare dalla tabella qui sotto riportata.

Tabella 14 - Associazione delle variabili dipendenti alle variabili indipendenti per i dati relativi al lago.

Variabile dipendente	Variabile indipendente
Numero di specie	Salinità dell'acqua (g/l) Area della superficie (km <sup>2</sup> ) Precipitazioni (km <sup>3</sup> )
Salinità dell'acqua (g/l)	Livello dell'acqua (m) Area irrigata (10 <sup>3</sup> ha) Evaporazione (km <sup>3</sup> ) Volume (km <sup>3</sup> ) Precipitazioni (km <sup>3</sup> ) Area della superficie (km <sup>2</sup> )
Livello dell'acqua (m)	Precipitazioni (km <sup>3</sup> ) Evaporazione (km <sup>3</sup> )

## Capitolo quarto: Analisi dei dati

In questo capitolo verranno presentati e analizzati i dati raccolti per rispondere alle domande di ricerca della presente tesi. Il capitolo è strutturato in tre sezioni principali: descrizione dei campioni, presentazione dei risultati e successiva discussione. L'obiettivo principale è quello di esaminare le relazioni tra le variabili studiate e di verificare le ipotesi formulate nel capitolo introduttivo.

### 4.1 Descrizione dei campioni

Come riportato nel capitolo della Metodologia (capitolo terzo), i campioni presi in considerazione nell'indagine sono i due paesi che si dividono il lago d'Aral, ovvero l'Uzbekistan e il Kazakhstan.

Fin dall'indipendenza i due paesi hanno intrapreso percorsi differenti che hanno portato a due destini a loro volta diversi, sia per quanto riguarda la ricchezza generale del paese, sia per quanto riguarda le azioni nei confronti del lago.

Inoltre, è stato fondamentale riportare i dati inerenti al lago e alla sua evoluzione così da ricondurre le variazioni ai caratteri di esso rispetto alle scelte intraprese dai due paesi e alle possibilità date loro.

Nei prossimi paragrafi verranno presentati i risultati dell'analisi dei dati attraverso l'uso dei modelli di regressione approfonditi precedentemente nel paragrafo 3.5 del capitolo terzo.

### 4.2 Analisi dei dati: Kazakhstan

Tabella 15 - Risultati dell'analisi dei dati del Kazakhstan (<sup>°</sup> = variabile dipendente; <sup>°°</sup> = variabile indipendente).

Indicatore	Valore standard	Acqua prelevata per uso domestico <sup>°</sup> e popolazione <sup>°°</sup>	Pil <sup>°</sup> e tasso di occupazione <sup>°°</sup>	Pil <sup>°</sup> e popolazione <sup>°°</sup>	Tasso di natalità <sup>°</sup> e Pil pro-capite <sup>°°</sup>	Tasso di natalità <sup>°</sup> e tasso di mortalità infantile <sup>°°</sup>	Tasso di mortalità infantile <sup>°</sup> e Pil pro-capite <sup>°°</sup>	Popolazione <sup>°</sup> e Pil <sup>°°</sup>
SOMMARIO DELLA REGRESSIONE								
R <sup>2</sup>	0-1	0.980	0.867	0.645	0.801	0.755	0.775	0.645
R <sup>2</sup> aggiustato	0-1	0.924	0.860	0.6276	0.792	0.743	0.764	0.627
Errore standard		0.538	26029192584	42459089636	1.313	1.458	4.603	906614.2527
Statistica f		879.755	130.0463	36.39	84.5873	-8.0357	72.3188	36.39043
P-value	p<0.05	<0.000	<0.000	<0.000	<0.000	<0.000	<0.000	<0.000
Numero osservazioni		20	22	22	23	23	23	22

Coefficiente		0.00000022	37081044737	37621.75	0.0006541	-0.2635	-0.00212	0.0000171531
Statistica t		29.66066	11.40378542	6.032448	9.19713	-8.03572	-8.50405	6.03245
P-value		<0.000	<0.000	<0.000	<0.000	<0.000	<0.000	<0.000
Intervallo di confidenza (95%)		0.00000021 a 0.00000023	30.298 a 43.864 (miliardi)	24,612.51 a 50,631.00	0.000506 a 0.000802	-0.3317 a -0.1953	-0.0026 e -0.0016	0.00001122 a 0.00002308
Errore standard		0.000000224	3251643501	6236.564822	0.000071	0.032794	0.00025	0.0000028
<b>TABELLA DELL'ANOVA</b>								
<b>Regressione (SSR)</b>								
Somma dei quadrati (SS)		254.226	8.81088E+22	6.56037E+22	145.787	137.322	1532.4206	2.99E+13
Gradi di libertà (df)		1	1	1	1	1	1	1
Media dei quadrati (MS)		254.226	8.81088E+22	6.56037E+22	145.7871	137.3212	1532.421	2.99E+13
Statistica f		879.755	130.046	36.39	84.587	64.573	72.318	36.390
P-value		<0.000	<0.000	<0.000	<0.000	<0.000	<0.000	<0.000
<b>Residui (SSE)</b>								
Somma dei quadrati (SS)		5.202	1.35504E+22	3.60555R+22	36.194	44.659	444.986	6.80928E+13
Gradi di libertà (df)		18	20	20	21	21	21	20
Media dei quadrati (MS)		0.289	6.77519E+20	1.80277E+21	1.724	2.127	21.190	3.40464E+12
<b>Totale (SST)</b>								
Somma dei quadrati (SS)		259.427	1.01659E+23	1.01659E+23	181.981	181.981	1977.41	2.31321E+14
Gradi di libertà (df)		19	21	21	22	22	22	21

L'analisi di regressione sui dati del Kazakhstan ha evidenziato alcune dinamiche fondamentali tra variabili economiche e demografiche. In primo luogo, la relazione tra l'acqua prelevata per uso domestico e la popolazione risulta estremamente significativa, con un coefficiente di determinazione ( $R^2$ ) pari a 0,980. Questo significa che il 98% della variazione nell'acqua prelevata può essere attribuita alla variazione nella popolazione. Il coefficiente di regressione di 0.0000002, suggerisce che a un aumento di una unità nella popolazione è associato un incremento di 0.0000002 unità nell'acqua prelevata per uso domestico. Il p-value di molto minore dello 0.05 indica che questa relazione è estremamente significativa dal punto di vista statistico.

Per un paese come il Kazakhstan, che affronta disparità regionali nella disponibilità idrica, la gestione efficiente delle risorse idriche diventa cruciale, soprattutto nelle aree più aride. L'analisi della relazione tra PIL e tasso di occupazione ha prodotto risultati significativi, con un  $R^2$  di 0,867. Questo indica che una parte considerevole della variazione nel PIL può essere

spiegata dal tasso di occupazione. Il coefficiente di regressione, pari a 37,081 miliardi, mostra che un aumento di un punto percentuale nel tasso di occupazione corrisponde a un aumento di circa 37 miliardi di unità nel PIL. Il p-value minore di 0.05 conferma l'alta significatività statistica di questa relazione.

Questi dati sottolineano l'importanza del tasso di occupazione per la crescita economica del Kazakhstan, il quale vanta un mercato del lavoro in espansione e con un numero crescente di posti di lavoro, caratteristiche fondamentali per poter influenzare positivamente il PIL del Paese. Questo suggerisce che politiche economiche mirate alla creazione di occupazione potrebbero essere cruciali per sostenere una crescita economica duratura nel tempo.

L'analisi della relazione tra PIL e popolazione mostra un  $R^2$  di 0,645, suggerendo che, sebbene la popolazione influenzi il PIL, altri fattori giocano un ruolo importante nella crescita economica del Kazakhstan. La correlazione significativa, ma meno forte rispetto ad altre variabili, suggerisce che fattori come la produttività, gli investimenti e le politiche economiche possono essere più determinanti rispetto alla semplice crescita demografica.

Per quanto riguarda il tasso di natalità e il PIL pro capite, l'analisi ha mostrato un  $R^2$  di 0,801, evidenziando una forte relazione tra l'aumento della ricchezza pro capite e la crescita del tasso di natalità, confermata anche dal p-value minore di 0.05. Questa relazione positiva può riflettere un contesto socioeconomico e politico che favorisce la crescita delle famiglie, anche con l'aumento del benessere economico, un fenomeno che potrebbe differire da quello osservato in altre economie dove la ricchezza tende a ridurre la natalità.

Un'altra relazione significativa emersa dall'analisi è quella tra il tasso di natalità e il tasso di mortalità infantile. L'analisi ha evidenziato un  $R^2$  di 0,755, indicando che, con l'aumento della mortalità infantile, il tasso di natalità tende a diminuire. Questa correlazione negativa è tipica delle economie in via di sviluppo, infatti, in questi contesti, un miglioramento della sicurezza sanitaria può ridurre il numero di figli per famiglia, poiché la sopravvivenza dei bambini diventa più probabile.

L'analisi di Lutz et al. (2018) conferma le teorie demografiche, le quali suggeriscono che una riduzione della mortalità infantile porta a una diminuzione del tasso di natalità, ovvero, quando le condizioni sanitarie migliorano e la sicurezza per i bambini aumenta, le famiglie tendono a limitare il numero di figli che desiderano avere. In passato, quando la mortalità infantile era alta, le famiglie tendevano ad avere più figli per garantire che almeno alcuni sopravvivessero fino all'età adulta. Tuttavia, con una mortalità infantile più bassa, le famiglie si sentono più sicure e non avvertono più la necessità di avere tanti figli.

Perciò la ricerca di Lutz et al. (2018) supporta l'idea che una maggiore sicurezza sanitaria e una migliore qualità della vita contribuiscano a una riduzione della natalità.

L'analisi della relazione tra il tasso di mortalità infantile e il PIL pro capite ha confermato che un miglioramento del benessere economico è associato a una riduzione significativa della mortalità infantile. Con un  $R^2$  di 0,775, i dati indicano che un aumento del PIL pro capite contribuisce a migliorare le condizioni sanitarie e, di conseguenza, a ridurre il tasso di mortalità tra i neonati. Questo sottolinea l'importanza degli investimenti in sanità e nelle infrastrutture sociali per migliorare le condizioni di vita nel Paese.

Infine, l'analisi della relazione tra popolazione e PIL ha mostrato un  $R^2$  di 0,645, suggerendo che la popolazione contribuisce alla crescita del PIL, ma che questa relazione non è così marcata come quella con altre variabili economiche. Questo evidenzia che la crescita demografica, pur avendo un impatto positivo sull'economia, potrebbe non essere sufficiente da sola a garantire una crescita sostenibile nel lungo periodo.

Nel complesso, i risultati dell'analisi forniscono spunti preziosi per comprendere le dinamiche economiche e demografiche del Kazakhstan. La gestione delle risorse idriche emerge come una questione centrale, soprattutto in relazione alla crescita della popolazione. L'occupazione si rivela un fattore cruciale per sostenere la crescita del PIL, mentre la relazione tra PIL pro capite e tasso di natalità evidenzia dinamiche sociali peculiari che meritano ulteriori approfondimenti. La riduzione della mortalità infantile, legata alla crescita del PIL pro capite, sottolinea l'importanza degli investimenti in sanità e infrastrutture sociali. Per garantire un miglioramento duraturo delle condizioni di vita, il Kazakhstan dovrà affrontare la sfida di bilanciare la crescita economica con politiche sociali e ambientali sostenibili.

### 4.3 Analisi dei dati: Uzbekistan

Tabella 16 - Risultati dell'analisi dei dati dell'Uzbekistan ( $^{\circ}$  = variabile dipendente;  $^{\circ\circ}$  = variabile indipendente).

Indicatore	Valore standard	Acqua prelevata per uso domestico $^{\circ}$ e popolazione $^{\circ}$	Pil $^{\circ}$ e tasso di occupazione $^{\circ\circ}$	Pil $^{\circ}$ e popolazione $^{\circ}$	Tasso di natalità $^{\circ}$ e Pil pro-capite $^{\circ\circ}$	Tasso di natalità $^{\circ}$ e tasso di mortalità infantile $^{\circ}$	Tasso di mortalità infantile $^{\circ}$ e Pil pro-capite $^{\circ\circ}$	Popolazione $^{\circ}$ e Pil $^{\circ\circ}$
SOMMARIO DELLA REGRESSIONE								
$R^2$	0-1	0.926	0.0088	0.706	0.507	0.818	0.756	0.705
$R^2$ aggiustato	0-1	0.870	-0.0408	0.691	0.484	0.809	0.744	0.691
Errore standard		0.853	28212789134	15374668036	3.671	2.229	6.6203	1845166.751

Statistica f		223.7868	0.177325064	47.94290	21.6111	94.5961	64.9826	47.94291
P-value	p<0.05	<0.000	0.67817	<0.000	<0.000	<0.000	<0.000	<0.000
Numero osservazioni		20	22	22	23	23	23	22
Coefficiente		0.000000102	-3435130004	0.000100814	0.0043888	- 0.3531	- 0.01372	0.000100814
Statistica t		14.9595	-0.421099827	6.924082	4.64877	-9.72605	-8.06118	6.92408
P-value		<0.000	0.67817	<0.000	<0.000	<0.000	<0.000	<0.000
Intervallo di confidenza (95%)		0.000000088 a 0.000000116	-204 miliardi a 136 miliardi	0.00000704 a 0.00013119	0.00243 a 0.00635	-0.4286 e -0.2776	-0.01726 e 0.01018	0.00000704 a 0.00013119
Errore standard		0.000000007	8157519390	0.00001456	0.00094	0.0363	0.0017026	0.00001456
<b>TABELLA DELL'ANOVA</b>								
<b>Regressione (SSR)</b>								
Somma dei quadrati (SS)		162.744	1.41144E+20	1.63228E+14	291.2345	469.9148	2848.1211	1.63E+14
Gradi di libertà (df)		1	1	1	1	1	1	1
Media dei quadrati (MS)		162.744	1.41144E+20	1.63228E+14	291.235	469.9148	1848.121	1.63E+14
Statistica f		223.79	0.177325064	47.94290967	21.6111	94.5961	64.9826	47.94291
P-value		3.232E-11	0.678173	1.0064E-06	0.00014	3.14408E-09	7.28688E-08	1.00614E-06
<b>Residui (SSE)</b>								
Somma dei quadrati (SS)		13.090	1.59192E+22	6.80928E+13	282.9997	104.3194	920.4085	6.81E+13
Gradi di libertà (df)		18	20	20	21	21	21	20
Media dei quadrati (MS)		0.727	7.95961E+20	3.40464E+12	13.4762	4.9676	43.8290	3.40464E+12
<b>Totale (SST)</b>								
Somma dei quadrati (SS)		175.834	160604E+22	2.31321E+14	574.234	574.2342	3768.53	2.31321E+14
Gradi di libertà (df)		19	21	21	22	22	22	21

L'analisi delle variabili socioeconomiche in Uzbekistan rivela diverse dinamiche significative. In primo luogo, la relazione tra l'acqua prelevata per uso domestico e la popolazione mostra una correlazione molto forte, con un  $R^2$  di 0,926. Questo significa che il 92,6% della variazione nell'acqua prelevata può essere spiegata dalla variazione nella popolazione. Il coefficiente di regressione, pari a 0.0000001, suggerisce che ogni incremento di una unità nella popolazione porta a un aumento di 0,0000001 unità nell'acqua prelevata per uso domestico. Il p-value molto basso (minore di 0.05) indica una significatività statistica estremamente elevata, suggerendo che con l'aumento della popolazione, la domanda di acqua crescerà in modo significativo. Come per il Kazakhstan, anche in questo caso si tratta

di un paese altamente vulnerabile sotto il punto di vista della gestione delle risorse idriche, perciò l'attenzione verso questo fenomeno è cruciale.

Al contrario, la relazione tra PIL e tasso di occupazione appare molto debole, con un  $R^2$  di appena 0,0088. Questo indica che solo lo 0,88% della variazione nel PIL può essere spiegata dalla variazione del tasso di occupazione. Il coefficiente, pari a -3,44 miliardi di unità per ogni aumento di 1 punto percentuale nel tasso di occupazione, presenta un intervallo di confidenza molto ampio, riflettendo una notevole incertezza sul segno e sull'effetto reale del tasso di occupazione sul PIL. Inoltre, il p-value di 0,678 suggerisce che la relazione non è statisticamente significativa. Questo potrebbe indicare che altri fattori, diversi dal tasso di occupazione, esercitano un'influenza maggiore sulla crescita economica del paese, suggerendo la necessità di includere ulteriori variabili per una comprensione più completa delle dinamiche economiche dell'Uzbekistan.

Invece, la relazione tra PIL e popolazione mostra una connessione più significativa, con un  $R^2$  di 0,706, suggerendo che il 70,6% della variazione nel PIL può essere spiegata dalla variazione della popolazione. Il coefficiente di regressione, pari a 0,0001, evidenzia che un aumento della popolazione è correlato a una crescita del PIL. Il p-value estremamente basso conferma la significatività statistica di questa relazione. Questo suggerisce che l'aumento della popolazione contribuisce in modo significativo all'espansione economica del paese, anche se è necessario garantire che tale crescita demografica sia accompagnata da politiche economiche adeguate a sostenere uno sviluppo equilibrato e sostenibile.

L'analisi del tasso di natalità rispetto al PIL pro capite mostra che il 50,7% della variazione nel tasso di natalità può essere spiegata dalla variazione nel PIL pro capite, con un  $R^2$  di 0,507. Il coefficiente positivo di 0,004 indica che un aumento del PIL pro capite è associato a un incremento del tasso di natalità, suggerendo che la maggiore ricchezza economica potrebbe incoraggiare le famiglie ad avere più figli. Il p-value significativo, pari a 0,0001, conferma la rilevanza statistica di questa relazione, evidenziando che il miglioramento delle condizioni economiche ha un impatto diretto sulle decisioni riproduttive.

Un altro aspetto importante è la relazione tra il tasso di natalità e il tasso di mortalità infantile. Con un  $R^2$  di 0,818, il modello mostra che l'81,8% della variazione nel tasso di natalità è spiegata dal tasso di mortalità infantile. Il coefficiente negativo di -0,3531 indica che una riduzione della mortalità infantile porta a una diminuzione del tasso di natalità. Come per il Kazakhstan, questo risultato è coerente con le teorie demografiche, interpretazioni rafforzate dal p-value estremamente significativo minore di 0.05 il quale suggerisce che il miglioramento delle condizioni sanitarie in Uzbekistan sta influenzando le scelte

demografiche delle famiglie, riducendo la necessità di avere più figli per garantire la sopravvivenza della prole.

L'analisi della relazione tra il tasso di mortalità infantile e il PIL pro-capite evidenzia che il 75,6% della variazione nella mortalità infantile è spiegata dalla variazione nel PIL pro capite, con un R<sup>2</sup> di 0,756. Il coefficiente negativo di -0,01372 suggerisce che l'aumento del PIL pro capite è associato a una riduzione della mortalità infantile, riflettendo i benefici economici su servizi sanitari migliori e condizioni di vita più elevate. Anche in questo caso, il p-value molto significativo di gran lunga minore di 0.05, conferma la rilevanza di questa relazione. Infine, la relazione tra popolazione e PIL è nuovamente confermata con un R<sup>2</sup> di 0,705, indicando una forte connessione tra crescita demografica ed espansione economica.

#### 4.4 Analisi dei dati: Lago d'Aral

Tabella 17 - Risultati dell'analisi dei dati del Lago d'Aral (° = variabile dipendente; °° = variabile indipendente).

Indicatore	Valore standard	Numero di specie° e salinità°°	Salinità° e area della superficie del lago°°	Salinità° e livello dell'acqua°°	Numero di specie° e superficie del lago°° e precipitazioni°°	Salinità° e area irrigata°°	Salinità° e evaporazione°°, volume°°, precipitazioni°°, livello dell'acqua°°, area della superficie°°	Livello dell'acqua° e precipitazioni°° e evaporazione°°
SOMMARIO DELLA REGRESSIONE								
R <sup>2</sup>	0-1	0.7087	0.895965	0.8375	0.9248	0.6059	0.98826	0.9079
R <sup>2</sup> aggiustato	0-1	0.5631	0.893885	0.8346	0.7743	0.5074	0.98662	0.90419
Errore standard		8.2449	4.393	10.97143	5.92513	19.5618	1.6112	2.125811
Statistica f		4.86615	430.6087	293.7448	6.14751	6.1498	605.868	241.6617
P-value	p<0.05	0.158147	<0.000	<0.000	0.27426	0.068219	<0.000	<0.000
Numero osservazioni		4	52	59	4	6	42	52
Coefficiente		-0.52863	-000087	-2.885072	Tabella 6	0.014691	Tabella 5	Tabella 7
Statistica t		0.239642	-20.7511	-17.139		2.47989		
P-value		0.158147	<0.000	<0.000		0.00176		
Intervallo di confidenza (95%)		-1.58147 a 0.52462	-0.00095 a 0.00078	-3.22215 a 2.54799		-0.00176 a 0.031138		
Errore standard		0.239642	0.0000419	0.168334		0.005924		
TABELLA DELL'ANOVA								
<b>Regressione (SSR)</b>								
Somma dei quadrati (SS)		330.7931	8310.669	35358.73	431.643	2353.313	7864.09	2184.174
Gradi di libertà (df)		1	1	1	2	1	5	2
Media dei quadrati (MS)		330.7931	8310.669	35358.73	215.821	2353.313	1572.82	1092.087
Statistica f		4.86615	430.6087	293.7448	6.14751	6.1498	605.868	241.6617
P-value		0.158147	<0.000	<0.000	0.27426	0.068219	<0.000	<0.000
<b>Residui (SSE)</b>								

Somma dei quadrati (SS)		135.9569	964.9908	6861.22	35.1071	1530.651	93.4551	221.4346
Gradi di libertà (df)		2	50	57	1	4	36	49
Media dei quadrati (MS)		67.97847	19.29982	120.3723	35.1071	382.6627	2.59598	4.519074
<b>Totale (SST)</b>								
Somma dei quadrati (SS)		466.75	9275.66	42219.95	466.75	3883.964	7957.54	2405.609
Gradi di libertà (df)		3	51	58	3	5	41	51

Tabella 18 - Modello di regressione salinità° e evaporazione°°, precipitazioni°°, livello dell'acqua°°, volume dell'acqua°° e area della superficie°°.

	Coefficienti	Errore standard	Stat t	Valore di significatività	Inferiore 95%	Superiore 95%
Precipitazioni	-0.01507	0.153674	-0.09803	0.922449	-0.32673	0.296599
Evaporazione	0.134446	0.038422	3.499201	0.001262	0.056523	0.212369
Livello dell'acqua	-6.94127	0.798039	-8.69791	<0.000	-8.55977	-5.32278
Volume dell'acqua	0.121291	0.00892	13.59787	<0.000	0.103201	0.139382
Area della superficie	-0.0006	0.000292	-2.06746	0.045937	-0.00119	-1.1E-05

Tabella 19 – Modello di regressione numero di specie° e precipitazioni°° e area della superficie°°.

	Coefficienti	Errore standard	Stat t	Valore di significatività	Inferiore 95%	Superiore 95%
Precipitazioni	-0.52804	1.49147	-0.35404	0.783378	-19.479	18.42288
Area della superficie	0.000867	0.000436	1.98765	0.296748	-0.00467	0.006407

Tabella 20 - Modello di regressione livello dell'acqua° e precipitazioni°° e evaporazione°°.

	Coefficienti	Errore standard	Stat t	Valore di significatività	Inferiore 95%	Superiore 95%
Precipitazioni	0.006706	0.179098	0.037443	0.970284	-0.3532	0.366616
Evaporazione	0.229925	0.024239	9.485802	<0.000	0.181215	0.278635

La regressione applicata per analizzare la salinità e le variabili ambientali è particolarmente rilevante per comprendere l'impatto delle condizioni ambientali sul Lago d'Aral, soprattutto perché la salinità rappresenta un indicatore chiave dello stato ecologico del lago. Il valore di  $R^2$  pari a 0,988, con un  $R^2$  aggiustato di 0,986, mostra che il 98,8% della variazione nella salinità può essere spiegata dalle variabili indipendenti incluse nel modello (evaporazione, volume d'acqua, precipitazioni, livello dell'acqua e area della superficie). L'errore standard di 1,611 suggerisce una buona precisione delle previsioni del modello. Inoltre, la statistica F di 605,868, associata a un p-value minore di 0.05 conferma che il modello è altamente

significativo per la previsione della salinità, con una probabilità praticamente nulla che i risultati ottenuti siano dovuti al caso.

Il coefficiente di evaporazione, pari a 0,134, risulta positivo e statisticamente significativo con un p-value di 0,001. Questo suggerisce che, all'aumentare dell'evaporazione, la salinità del lago tende ad aumentare, coerentemente con il fatto che una riduzione dell'acqua disponibile comporta una maggiore concentrazione di sali. Il coefficiente relativo al livello dell'acqua, invece, è negativo (-6,941) e altamente significativo (p-value < 0.05), indicando che un abbassamento del livello dell'acqua contribuisce a un aumento della salinità. Il volume dell'acqua mostra un coefficiente positivo (0,121) e significativo, confermando che un maggiore volume d'acqua riduce la salinità, diluendo i sali presenti nel lago. Al contrario, il coefficiente delle precipitazioni, pari a -0,015, non risulta statisticamente significativo (p-value di 0,922), suggerendo che questa variabile non ha un impatto diretto rilevante sulla salinità del lago. Infine, il coefficiente relativo all'area della superficie è negativo (-0,0006) e significativo (p-value di 0,046), indicando che un aumento della superficie del lago potrebbe ridurre la salinità, probabilmente perché i sali vengono distribuiti su un'area più ampia.

Un secondo modello di regressione esplora la relazione tra il numero di specie presenti nel lago e le variabili di precipitazioni e superficie del lago. In questo caso, il valore di  $R^2$  è pari a 0,9248, ma l' $R^2$  aggiustato scende a 0,774, indicando che il modello spiega il 92,48% della variazione nel numero di specie, ma che una parte significativa di questa varianza potrebbe non essere rappresentata in modo accurato dalle variabili incluse nel modello. L'errore standard di 5,925 suggerisce una precisione inferiore rispetto al modello precedente. La statistica F di 6,147 e il p-value di 0,274 indicano che il modello nel suo complesso non è statisticamente significativo, suggerendo che né le precipitazioni né la superficie del lago siano buoni predittori del numero di specie presenti. Il coefficiente delle precipitazioni (-0,528) e quello della superficie del lago (0,001) non risultano significativi, con p-value rispettivamente di 0,783 e 0,297, rendendo difficile stabilire una relazione solida tra queste variabili e il numero di specie nel lago, molto probabilmente dovuto dalla scarsità di dati al riguardo (numero di osservazioni).

Un altro modello di regressione ha esplorato la relazione tra la salinità e l'area irrigata. In questo caso, il valore di  $R^2$  è pari a 0,606, mentre l' $R^2$  aggiustato scende a 0,507, indicando che circa il 60,6% della variazione nella salinità può essere spiegata dall'area irrigata. Tuttavia, il p-value di 0,068 suggerisce che il legame tra queste variabili è solo marginalmente significativo e potrebbe non essere abbastanza forte per trarre conclusioni

definitive. Un altro modello analizza la relazione tra salinità e livello dell'acqua, con un valore di  $R^2$  di 0,837 e un  $R^2$  aggiustato di 0,835, il che suggerisce una relazione molto forte tra queste due variabili. Il modello è altamente significativo, con un p-value minore di 0.05, confermando l'importanza del livello dell'acqua come fattore cruciale nella determinazione della salinità.

L'output della regressione multipla riguarda il livello dell'acqua del Lago d'Aral come variabile dipendente, con le precipitazioni e l'evaporazione come variabili indipendenti. L'analisi cerca di spiegare l'impatto che queste variabili climatiche hanno sul livello dell'acqua e di fornire un modello predittivo basato sui dati.

I risultati del modello di regressione del livello dell'acqua (variabile dipendente) associato alle precipitazioni e all'evaporazione, come evidenziato dal valore di R al quadrato, pari a 0,908, rivela che il 90,8% della variazione del livello dell'acqua è spiegata dalle variabili prese in considerazione. Anche il valore di  $R^2$  corretto è molto alto, 0,904, confermando che il modello rimane solido anche quando si tiene conto della complessità del modello stesso. L'errore standard, pari a 2,126, è relativamente basso, il che indica che le previsioni del modello non si discostano molto dai valori reali osservati. La significatività del modello è confermata dalla statistica f di 241,66, un valore molto elevato che indica che il modello complessivo è altamente significativo. Questo significa che almeno una delle variabili indipendenti ha un impatto importante sul livello dell'acqua del Lago d'Aral. La significatività F è estremamente bassa, il che suggerisce che la probabilità che i risultati siano dovuti al caso è praticamente nulla. Pertanto, il modello è considerato statisticamente significativo con un alto grado di certezza.

Le precipitazioni, con un coefficiente di 0,0067, non risultano avere un impatto significativo sul livello dell'acqua, come indicato dal p-value di 0,970. Questo suggerisce che, per i dati disponibili, le precipitazioni nella regione del Lago d'Aral non influenzano significativamente il livello dell'acqua. Ciò potrebbe essere dovuto al fatto che le precipitazioni sono scarse o che la loro variazione non è sufficiente per causare cambiamenti rilevanti nel livello del lago.

L'evaporazione, al contrario, ha un coefficiente di 0,229 ed è altamente significativa (p-value < 0.05). Questo indica che l'evaporazione ha un impatto rilevante sul livello dell'acqua del Lago d'Aral. Tuttavia, un coefficiente positivo potrebbe sembrare controintuitivo, dato che ci si aspetterebbe che l'evaporazione riduca il livello dell'acqua. Questo risultato potrebbe suggerire che l'evaporazione sia correlata ad altri fattori non considerati nel modello, come

la gestione delle risorse idriche o fattori stagionali che potrebbero influenzare il livello dell'acqua.

In sintesi, l'analisi della salinità rivela che essa è fortemente influenzata da variabili come l'evaporazione, il volume d'acqua e il livello dell'acqua. La perdita d'acqua attraverso l'evaporazione e l'abbassamento del livello del lago sono i principali fattori che contribuiscono all'aumento della salinità, con conseguenze devastanti per l'ecosistema del lago e la biodiversità. Al contrario, il numero di specie nel lago sembra essere meno prevedibile attraverso le variabili ambientali analizzate, suggerendo che potrebbero esserci altri fattori non considerati nei modelli, come l'inquinamento o i cambiamenti nella qualità dell'acqua. Sebbene le precipitazioni siano considerate una variabile importante, esse non sembrano avere un impatto significativo né sulla salinità né sul numero di specie nei modelli proposti. Questi risultati sottolineano l'importanza di una gestione sostenibile delle risorse idriche nella regione del Lago d'Aral per mitigare ulteriori danni ambientali e preservare ciò che resta di questo ecosistema unico.

#### **4.5 Analisi degli effetti del water grabbing: il caso del lago d'Aral**

Per quanto riguarda la prima domanda di ricerca (RQ 1), relativa agli effetti del *water grabbing*, l'analisi mostra una chiara correlazione tra la diminuzione del livello dell'acqua e l'aumento della salinità. Questo fenomeno, strettamente legato al water grabbing reso possibile in seguito all'applicazione di determinate politiche da parte del governo sovietico per sostenere l'industria del cotone, ha portato a una serie di conseguenze socio-ambientali devastanti. Come indicato da Mehta et al. (2012), il water grabbing si manifesta quando attori potenti, in questo caso le autorità sovietiche, controllano le risorse idriche a scapito delle comunità locali e degli ecosistemi. Nel caso dell'Aral, la deviazione delle acque dell'Amu Darya e del Syr Darya ha portato a una significativa riduzione del volume d'acqua del lago, causando un aumento della salinità che ha drasticamente alterato l'ecosistema del lago.

Studi come quelli di Micklin (2006) e Lalika (2020) confermano che l'aumento della salinità è una diretta conseguenza della riduzione dei flussi d'acqua. La salinizzazione ha reso l'ambiente del lago invivibile per molte specie ittiche, come dimostrato anche dall'analisi che, pur non risultando statisticamente significativa, trova un solido supporto nella letteratura. In particolare, Lalika (2020) evidenzia che l'eccessivo prelievo di acqua può

ridurre drasticamente la biodiversità, portando alla scomparsa delle specie ittiche, come accaduto nel lago d'Aral.

Secondo Franco et al. (2013), l'alterazione degli ecosistemi a causa della modifica dei flussi d'acqua è una delle principali cause della perdita di biodiversità. Il lago d'Aral è un esempio emblematico: la salinità triplicata ha determinato la scomparsa quasi totale delle specie ittiche autoctone (Micklin, 2006). Questo fenomeno è stato accompagnato dall'emergere di nuove dinamiche ecologiche che hanno reso il lago Aralkum una distesa salata e arida (Dukhovny et al., 2020).

Sebbene la ricerca non disponga di dati diretti sulle malattie respiratorie (a parte i dati al 2019 della figura 29, paragrafo 3.4), si può fare riferimento agli studi di Glantz (2007) e Lalika (2020), i quali hanno dimostrato come il prosciugamento dei laghi e l'aumento della salinità nell'aria possano avere gravi effetti sulla salute umana. Nel caso del lago d'Aral, le tempeste di polvere saline, cariche di pesticidi e altre sostanze inquinanti, hanno esacerbato l'incidenza di malattie respiratorie tra le popolazioni locali, in particolare nella regione del Karakalpakstan (Sultonov e Pant, 2023).

Relativamente alla seconda domanda (RQ 1.1) tutti e due i paesi presi in analisi manifestano chiaramente un'urgenza idrica e sfide ambientali causate dal water grabbing. Entrambi i paesi si trovano in una delle regioni più aride del mondo e dipendono fortemente dalle risorse idriche per sostenere l'agricoltura, in particolare la coltivazione del cotone, una coltura ad alto consumo di acqua (Micklin, 2006).

Inoltre, la crescente domanda di acqua legata all'aumento della popolazione, intensificata da una gestione inadeguata (rispetto ai limiti ambientali) delle risorse idriche, ha portato a un peggioramento delle condizioni ambientali, senza contare l'inquinamento delle stesse in seguito all'uso intensivo di fertilizzanti e pesticidi, il quale ha accelerato la salinizzazione dei terreni, problema che affligge entrambi i paesi e aggrava la crisi ecologica (Mehta et al., 2012).

Un altro pattern che si è evidenziato in entrambi i paesi, caratteristico delle economie in via di sviluppo, è la correlazione negativa tra tasso di natalità e tasso di mortalità infantile. Come riportato in precedenza, questo dato viene confermato dalle teorie demografiche, in particolare dalla ricerca di Lutz et. al (2018), evidenziando come un miglioramento della qualità della vita porta a una riduzione del tasso di natalità.

Tuttavia, per rispondere alla domanda RQ 1.2, nel confronto tra Kazakhstan e Uzbekistan, emergono differenze significative legate al diverso livello di sviluppo umano e agli interventi adottati dai due paesi. Il Kazakhstan, che secondo l'*Human Development Report* (2023) ha

un indice di sviluppo umano "Very High", ha attuato interventi volti a stabilizzare il livello del Piccolo Aral, costruendo una diga nel 2005 con il supporto della Banca Mondiale. Questo intervento ha permesso di abbassare la salinità e migliorare le condizioni ecologiche del lago, come riportato da Micklin (2014). D'altra parte, l'Uzbekistan, con un livello di sviluppo inferiore, non ha adottato misure simili, e il Grande Aral ha continuato a prosciugarsi, peggiorando ulteriormente la situazione socio-ambientale.

Ovviamente, come è stato riportato nel paragrafo 2.3 del capitolo secondo, i suggerimenti degli ecologi per ripristinare almeno parzialmente il lago e la sua biodiversità sono tanti e diversificati, tuttavia bisogna tenere a mente che ad ogni intervento segue un'uscita monetaria non indifferente, e proprio per questo, dalle analisi svolte, viene evidenziato come non tutti e due i paesi possono effettivamente permetterselo, elemento che fa sì che solo una delle due popolazioni possa vedere dei miglioramenti nell'ecosistema che la circonda.

Anche questo fattore è di cruciale importanza quando si parla di *water grabbing* in quanto, in un contesto di debolezza da parte di chi lo subisce, gli effetti prodotti dall'intervento esterno ricadranno ancora su di esso, alimentando il circolo di dipendenza e di fragilità nei confronti di chi invece detiene il potere economico.

Infatti, le differenze tra i due paesi non riguardano solo le politiche ambientali in sé, ma anche e soprattutto il contesto economico, poiché, come indicato dai dati raccolti sui due paesi, il Kazakhstan ha visto un'impennata economica, sostenuta dall'industria energetica e mineraria, che ha favorito una maggiore capacità di intervento sulle questioni ambientali, mentre l'Uzbekistan, pur essendo uno dei maggiori produttori mondiali di cotone, ha un'economia più vulnerabile caratterizzata da una maggiore dipendenza dall'agricoltura e da un Pil pro capite significativamente inferiore (World Bank, 2022).

Questa disparità economica ha contribuito a definire i diversi approcci alla gestione del lago d'Aral: mentre il Kazakhstan ha investito nel ripristino del Piccolo Aral, l'Uzbekistan ha continuato a privilegiare l'industria del cotone, con gravi ripercussioni sull'ambiente e sulla salute della popolazione.

## Conclusioni

Anche se nella maggior parte dei casi il fenomeno del *water grabbing* viene associato al sistema capitalistico, il prosciugamento del Lago d'Aral è l'effetto di una decisione all'interno di un quadro di un'economia pianificata, la cui crescita risulta anch'essa inevitabilmente iniqua in quanto si basa sul sacrificio (e non sulla specializzazione come nel sistema capitalistico) di alcuni ecosistemi.

In particolare, i due paesi geograficamente ai margini dell'Unione Sovietica vennero scelti come zone di sacrificio, nelle quali far ricadere gli effetti già noti della politica di deviazione dei fiumi; il modo in cui determinate zone e di conseguenza determinate vite vengono considerate sacrificabili, sarebbe l'effetto di specifiche linee di potere (Frazzetta e Imperatore, 2022) le quali favoriscono una sedimentazione spaziale delle disuguaglianze.

Il rapporto verticale tra i due tipi di soggetti rappresenta chiaramente la posizione di inferiorità dei due paesi rispetto all'organo centrale, schema classico per l'attuazione della politica (soggetto forte contro soggetto debole), per questo ci si può rifare al termine di giustizia ambientale coniato Bullard (2005) secondo il quale alcuni fattori di stress ambientali vengono iniquamente distribuiti.

Come evidenziato da Moore (2017), l'incessante ricerca di crescita economica è intrinsecamente legata a dinamiche di sfruttamento ambientale e di ingiustizia sociale. Nel caso del Lago d'Aral, la deviazione delle acque per sostenere la produzione agricola ha causato non solo danni irreversibili all'ecosistema, ma ha anche compromesso le condizioni di vita delle popolazioni locali, costringendole a migrare e ad affrontare gravi problemi sanitari.

A fronte di questa condizione che accomuna i due paesi, il confronto tra Kazakhstan e Uzbekistan ha mostrato come lo spettro di alternative per far fronte alle conseguenze del *water grabbing* non sia ugualmente distribuito. Mentre il Kazakhstan ha avviato progetti di ripristino che hanno portato a una parziale rinascita del Piccolo Aral grazie alla costruzione di dighe (Micklin, 2014), l'Uzbekistan continua a soffrire le ripercussioni economiche e sociali di una gestione insostenibile delle risorse idriche.

L'attuazione delle politiche di ripristino ecologico quindi è più accessibile per un paese come il Kazakhstan rispetto all'Uzbekistan.

In conclusione, il caso del Lago d'Aral sottolinea la necessità di una governance idrica sostenibile e inclusiva che tenga conto sia delle esigenze economiche che della protezione

degli ecosistemi naturali. Come affermato da Schnaiberg (1975), l'equilibrio tra espansione economica e sostenibilità ambientale è fragile, e una pianificazione mirata può facilmente portare a crisi ecologiche come quella del Lago d'Aral. L'adozione di misure politiche adeguate da parte delle autorità statali, che coinvolgano le comunità locali e promuovano un uso responsabile delle risorse idriche, è fondamentale per prevenire simili disastri in futuro. Il Lago d'Aral rappresenta non solo una lezione su ciò che può accadere quando le risorse naturali vengono sfruttate indiscriminatamente, ma anche una speranza per il futuro, se vengono adottati modelli di sviluppo più sostenibili.

## Bibliografia

- ❖ AA. VV. (2005). *Enciclopedia della scienza*, vol. 5: L'ambiente. Editoriale Il Giornale.
- ❖ Abuduwaili, J., Liu, D. W., & Wu, G. Y. (2010). *Saline dust storms and their ecological impacts in arid regions*. *Journal of Arid Land*, 2(2), 144–150.
- ❖ Anming et al. (2024). *Ecological problems and ecological restoration zoning of the Aral Sea*. *J. Arid Land*, 16, 315–330. <https://doi.org/10.1007/s40333-024-0055-6>.
- ❖ Badescu, V., & Schuiling, R. (2009). *Aral Sea; irretrievable loss or Irtysh imports?* *Water Resources Management*, 24(3), 597–616. Retrieved from <http://www.springerlink.com/content/0920-4741/?k¼Badescu>.
- ❖ Borra S. e Di Ciaccio A. (2021). *Statistica. Metodologie per le scienze economiche e sociali*. Milano: McGraw-Hill.
- ❖ Bues, A., & Theesfeld, I. (2012). *Water grabbing and the role of power: Shifting water governance in the light of agricultural foreign direct investment*. *Water Alternatives*, 5(2), 266-283.
- ❖ Bullard, R.D. (2005), *The Quest for Environmental Justice: Human Rights and the Politics of Pollution*. San Francisco, Sierra Club Books.
- ❖ Duan, Z.; Wang, X.; Sun, L. Monitoring and Mapping of Soil Salinity on the Exposed Seabed of the Aral Sea, Central Asia. *Water* 2022, 14, 1438. <https://doi.org/10.3390/w14091438>.
- ❖ Dukhovny, V. A., Stulina, G. V., & Kenjabayev, S. M. (Eds.). (2020). *Monitoring the Dried Seabed of the Aral Sea*. Tashkent: United Nations Development Programme; Scientific-Information Center of the Interstate Coordination Water Commission of Central Asia.
- ❖ Franco, J., Mehta, L., & Veldwisch, G. J. (2013). *The global politics of water grabbing*. *Third World Quarterly*, 34, 1651–1675. <https://doi.org/10.1080/01436597.2013.843852>.
- ❖ Frazzetta, F. & Imperatore, P. (2022). *Estrattivismo, colonialismo e land-scape grabbing nella produzione energetica: uno sguardo dalla Sicilia*.
- ❖ Glantz, M. H. (2007). *Aral Sea Basin: A Sea Dies, a Sea Also Rises*. *Ambio*, 36(4), 323–327. <http://www.jstor.org/stable/4315834>.

- ❖ Hardin, G. (1968). *The Tragedy of the Commons*. Science, 162, 1243-1248. <http://dx.doi.org/10.1126/science.162.3859.1243>.
- ❖ INTAS, 2006: *The rehabilitation of the ecosystem and bioproductivity of the Aral Sea under conditions of water scarcity*. Vienna-Tashkent, INTAS Project — 0511 REBASOWS Report, 275pp.
- ❖ Josephson, P. R. (2013). *An Environmental History of Russia*. Cambridge: Cambridge University Press.
- ❖ Knight, J. (1992). *Institutions and social conflict*. Cambridge: Cambridge University Press.
- ❖ Lalika, M. (2020). *Resilience in Climate Stressed Environment Through Water Grabbing*. In L. Hens & B. Fath (Eds.), *Encyclopedia of the UN Sustainable Development Goals* (pp. 13-18). [https://doi.org/10.1007/978-3-319-93336-8\\_68](https://doi.org/10.1007/978-3-319-93336-8_68).
- ❖ Lewis, R. (1962). *The Irrigation Potential of Soviet Central Asia*. *Annals of Association of American Geographers*, 52(2), 199-210.
- ❖ Lutz et al. (2018). *The Demography of the Future: 20 Years of World Population Projections*. In *The Future of Humanity*. Springer.
- ❖ Malthus, T. R. (1798). *An essay on the principle of population*. J. Johnson, St. Paul's Church-Yard.
- ❖ Mehta, L., Veldwisch, G. J., & Franco, J. (2012). *Introduction to the Special Issue: Water grabbing? Focus on the (re)appropriation of finite water resources*. *Water Alternatives*, 5(2), 193-207.
- ❖ Meini, M. (1994). *Il Lago d'Aral: disastro ecologico e tentativi di conservazione*. *Bollettino Della Società Geografica Italiana*, 297–310. Retrieved from <https://bsgi.it/index.php/bsgi/article/view/6665>.
- ❖ Micklin, P. (2006). *The Aral Sea crisis and its future: An assessment in 2006*. *Eurasian Geography and Economics*, 47(5), 546–567.
- ❖ Micklin, P. (2014). *Efforts to Revive the Aral Sea*. In P. Micklin, N. Aladin, & I. Plotnikov (Eds.), *The Aral Sea: The Devastation and Partial Rehabilitation of a Great Lake* (pp. 361–380). Berlin/Heidelberg: Springer. [https://doi.org/\[CrossRef\]](https://doi.org/[CrossRef]).
- ❖ Moore, J. W., Barbero, A., & Leonardi, E. (2017). *Antropocene o capitalocene?: scenari di ecologia-mondo nell'era della crisi planetaria*. Verona: Ombre corte.

- ❖ Palmieri, R., & Parotto, M. (2009). *La Terra nello spazio e nel tempo* (2<sup>^</sup> ed.). Zanichelli.
- ❖ Patel, R., Moore, J. W., & Carlotti, G. (2018). *Una storia del mondo a buon mercato: guida radicale agli inganni del capitalismo* [Risorsa elettronica]. Milano: Feltrinelli.
- ❖ Pellizzoni, L., & Osti, G. (2008). *Sociologia dell'ambiente*. Milano: Pearson.
- ❖ Pomfret, R. (2002). *State-directed diffusion of technology: The mechanization of cotton harvesting in Soviet Central Asia*. *The Journal of Economic History*, 62(1), 170–188.
- ❖ Pomfret, R. (2006). *The Central Asian economies since independence*. New Brunswick, NJ: Princeton University Press.
- ❖ Schlüter, A. (2001). *Institutioneller wandel und transformation*. Restitution, transformation und privatisierung in der tschechischen landwirtschaft (PhD thesis). Humboldt Universität zu Berlin, Berlin, Germany.
- ❖ Schnaiberg, A. (1975). *Social synteses of the societal-environmental dialectic: The role of distributional impacts*. *Social Science Quarterly*, 56, 5-20.
- ❖ Shen, H., Abuduwaili, J., Samat, A., et al. (2016). *A review on the research of modern aeolian dust in Central Asia*. *Arabian Journal of Geosciences*, 9(13), 625. <https://doi.org/10.1007/s12517-016-2646-9>.
- ❖ Spoor, M., & Krutov, A. (2003). *The 'Power of Water' in a Divided Central Asia*. *Perspectives on Global Development and Technology*, 2, 593-614. <https://doi.org/10.1163/156915003322986415>.
- ❖ Steffen, W., Crutzen, P. J., & McNeill, J. R. (2011). *The Anthropocene: From global change to planetary stewardship*. *Ambio*, 40, 739-761.
- ❖ Sulstonov, Z., & Pant, H. K. (2023). *Potential Impacts of Climate Change on Water Management in the Aral Sea Basin*. *Water Resources Management*, 37, 5743–5757. <https://doi.org/10.1007/s11269-023-03627-5>.
- ❖ United Nations Development Programme. (2023/24). *Human Development Record, 2023/24*.
- ❖ Uitto, J. I., & Duda, A. M. (2002). *Management of transboundary water resources: Lessons from international cooperation for conflict prevention*. *The Geographical Journal*, 168(4), 365–378.

- ❖ Wang, L., Zhao, Z., Shomurodov, K., et al. (2023). *Address the Aral Sea crisis with cooperation*. *Science*, 380(6650), 1114. <https://doi.org/10.1126/science.adi2199>
- ❖ White, J. (2013). *Nature–Society Linkages in the Aral Sea Region*. *Journal of Eurasian Studies*, 4, 18–33. <https://doi.org/10.1016/j.euras.2012.10.003>.
- ❖ Wu, M. Y., Hu, X. M., Zhang, Q., et al. (2020). *Preparation and performance evaluation of environment-friendly biological dust suppressant*. *Journal of Cleaner Production*, 273, 123162. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123162>.
- ❖ Zinzani, A. (2015). *The logics of water policies in Central Asia: The IWRM implementation in Uzbekistan and Kazakhstan*. ISBN 978-3-643-90645-8.

## Sitografia

1. [Agency of statistics under the President of the Republic of Uzbekistan](#) (ultima consultazione: 20/06/2024).
2. [Agency of the Republic of Kazakhstan for Strategic Planning and Reforms National Bureau of Statistics - Home](#) (ultima consultazione: 20/06/2024).
3. [ANOVA: l'analisi della varianza spiegata semplice - Paola Pozzolo](#) (ultima consultazione: 29/08/2024).
4. [Coefficiente di determinazione R quadro - Paola Pozzolo](#) (ultima consultazione: 29/08/2024).
5. [Didattica & Logica - Grafico dei settori produttivi: Uzbekistan \(2005\) \(giorgiosonnante.altervista.org\)](#) (ultima consultazione: 18/03/2024).
6. [Employment in agriculture \(% of total employment\) \(modeled ILO estimate\) - Uzbekistan | Data \(worldbank.org\)](#) (ultima consultazione: 19/03/2024).
7. [Employment in agriculture \(% of total employment\) \(modeled ILO estimate\) - Kazakhstan | Data \(worldbank.org\)](#) (ultima consultazione: 19/03/2024).
8. [GDP - composition, by sector of origin - The World Factbook \(cia.gov\)](#) (ultima consultazione: 18/03/2024).
9. <https://esploradati.istat.it/databrowser/#/> (ultima consultazione: 12/02/2024).
10. [Indicatori demografici \(istat.it\)](#) (ultima consultazione: 12/02/2024).
11. [Migration balance \(egov.uz\)](#) (ultima consultazione: 08/02/2024).