



# **UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA**

**DIPARTIMENTO DI SCIENZE ECONOMICHE ED AZIENDALI**

**"M. FANNO"**

**CORSO DI LAUREA IN ECONOMIA**

**PROVA FINALE**

**"Impronta Idrica e Acqua Virtuale nel Commercio Globale"**

**RELATORE:**

**CH.MO PROF. BASSETTI THOMAS**

**LAUREANDO/A: MARINA CERBARI**

**MATRICOLA N. 1163414**

**ANNO ACCADEMICO 2020 – 2021**

Il candidato dichiara che il presente lavoro è originale e non è già stato sottoposto, in tutto o in parte, per il conseguimento di un titolo accademico in altre Università italiane o straniere.

Il candidato dichiara altresì che tutti i materiali utilizzati durante la preparazione dell'elaborato sono stati indicati nel testo e nella sezione "Riferimenti Bibliografici" e che le eventuali citazioni testuali sono individuabili attraverso l'esplicito richiamo alla pubblicazione originale.

FIRMA DELLO STUDENTE

Carborillarina

## **Indice**

<b>Introduzione</b>	<b>1</b>
<b>Capitolo 1 – L’acqua: una risorsa scarsa</b>	<b>2</b>
<b>1.1 Il concetto di acqua virtuale</b>	<b>3</b>
<b>1.2 L’impronta idrica</b>	<b>3</b>
<b>1.3 Le componenti dell’impronta idrica</b>	<b>4</b>
<b>1.4 Commercio Internazionale di acqua virtuale</b>	<b>5</b>
<b>Capitolo 2 – Analisi del consumo di acqua virtuale a livello mondiale</b>	<b>6</b>
<b>2.1 Deficit o surplus di acqua virtuale in una nazione</b>	<b>6</b>
<b>2.2 Impronta idrica delle nazioni in funzione del loro modello di consumo</b>	<b>9</b>
<b>2.3 I fattori principali che determinano l’impronta idrica di un paese</b>	<b>10</b>
<b>2.4 Soluzioni pratiche per ridurre l’impronta idrica</b>	<b>11</b>
<b>2.5 Efficienza d’uso dell’acqua verde e blu dal punto di vista         dei costi opportunità</b>	<b>12</b>
<b>2.6 Efficienza d’uso dell’acqua nel settore alimentare</b>	<b>13</b>
<b>2.7 Effetti del commercio di acqua virtuale sui paesi coinvolti</b>	
2.7.1 Effetti del commercio di acqua virtuale sui paesi importatori	<b>14</b>
2.7.2 Effetti del commercio di acqua virtuale sui paesi esportatori	<b>15</b>
<b>2.8 Flussi di acqua virtuale nell’Unione Europea</b>	<b>16</b>
2.8.1 Le diverse tipologie di acqua incluse nel commercio dell’UE	<b>18</b>
<b>Capitolo 3 – Critiche apportate al concetto di acqua virtuale e impronta idrica</b>	<b>19</b>
<b>3.1 Inadeguatezza del termine “commercio di acqua virtuale”</b>	<b>19</b>
<b>3.2 I paesi non risparmiano acqua impegnandosi nel commercio</b>	<b>21</b>
<b>3.3 L’impronta idrica non è uguale all’impronta ecologica e di carbonio</b>	<b>22</b>
<b>3.4 Critiche agli usi dell’impronta idrica suggeriti dai suoi fondatori</b>	<b>23</b>
<b>Conclusione</b>	<b>25</b>

## Introduzione

L'acqua è il bene più prezioso sul nostro pianeta e rappresenta l'elemento essenziale della vita. È una risorsa richiesta in tutti i settori: dall'uso domestico, all'agricoltura e all'industria. Nonostante il 71% della superficie terrestre sia ricoperta d'acqua, gran parte è raggruppata negli oceani, quindi è salata e non utilizzabile, solo 0,65% della riserva idrica presente sulla terra può essere usata come acqua potabile. Dunque, si tratta di una risorsa fondamentale ma limitata. Sebbene sia rinnovabile, perché il ciclo idrico è chiuso, il problema consiste nella qualità dell'acqua (che viene contaminata dopo specifici utilizzi) e al tasso di consumo che supera il potenziale di restituzione del ciclo idrologico. Purtroppo, la quantità d'acqua non è distribuita uniformemente sulla terra e le persone che ne hanno in abbondanza tendenzialmente non la apprezzano e tendono a sprecarla pensando di averne quantità illimitate. Mentre in altre parti del mondo, le persone soffrono di malattie legate alla carenza di acqua pulita. Secondo le Nazioni Unite, nell'ultimo secolo l'uso dell'acqua è più che raddoppiato rispetto al tasso di crescita della popolazione. Entro il 2025, due terzi della popolazione mondiale vivrà in regioni soggette a stress idrico a causa del suo uso crescente e del cambiamento climatico.

La notizia che mi ha portato ad approfondire il problema idrico, e che ha sottolineato l'importanza di questa risorsa naturale nonché la sua scarsità in natura, è stata la recente quotazione dell'acqua nel mercato dei futures della Borsa di Wall Street, accanto al petrolio o ai metalli preziosi. Il future consiste in un contratto a termine standardizzato con il quale le parti si impegnano a scambiare una certa attività (finanziaria o reale) a un prezzo prefissato e con liquidazione differita a una data futura. Infatti, a causa della crescente siccità nella California Meridionale, nel 2020, il Chicago Mercantile Exchange ha permesso per la prima volta agli investitori di scambiare acqua come merce sul mercato azionario. I sostenitori di questa politica affermano che in questo modo gli agricoltori avranno più certezza sui prezzi durante i periodi di siccità e quindi potrebbe aiutare a mitigare il problema della scarsità d'acqua nella regione. Il rischio che si corre, tuttavia, è che il mercato dei futures potrebbe attirare i speculatori a scommettere sui prezzi, portando a una possibile bolla. Accanto a questo, tale manovra è una grave minaccia ai diritti umani fondamentali che rischia di portare all'emarginazione di popolazioni, piccoli agricoltori o piccole imprese.

Per questi motivi, è di fondamentale importanza prendere coscienza dell'uso razionale dell'acqua per evitare che la crisi idrica si aggravi ancora di più. Questo è possibile attraverso una maggiore responsabilizzazione dei consumatori sull'uso dell'acqua, attraverso soluzioni

politiche adatte a gestirla in modo ottimale e attraverso la cooperazione di tutti gli attori economici.

L'elaborato è strutturato come segue: nel capitolo 1 viene inquadrato il problema della scarsità idrica nel mondo e gli indicatori che sono stati sviluppati per misurare l'acqua scambiata tra i paesi sia direttamente che indirettamente: l'acqua virtuale e l'impronta idrica. Nel capitolo 2 descrivo i principali lavori scientifici che analizzano il consumo di acqua virtuale a livello mondiale partendo dal lavoro principale di Chen e Chen (2013), esamino l'impronta idrica delle nazioni sulla base del loro modello di consumo, i fattori principali che determinano l'impronta idrica e possibili soluzioni da attuare. In seguito, indago sugli effetti del commercio di acqua virtuale sui paesi importatori ed esportatori e, infine, analizzo i flussi di acqua virtuale nell'UE. Nel capitolo 3 espongo le principali critiche apportate a questa metodologia di esaminare il consumo di acqua e al commercio di acqua virtuale come mezzo per risparmiare acqua o come modo per promuovere l'equità nell'uso delle risorse idriche globali.

## **CAPITOLO 1**

### **L'acqua: una risorsa scarsa**

La società moderna utilizza grandi quantità d'acqua sia per il consumo domestico che per la produzione di beni e servizi in tutti i settori dell'economia. Il consumo di acqua giornaliero aumenta sempre di più sia a causa dell'incremento demografico che a causa dello stile di vita e delle abitudini alimentari dei paesi sviluppati. Fatto, quest'ultimo, che ha provocato un'espansione delle attività economiche e un conseguente aumento del consumo di risorse della Terra. Allo stesso tempo, le risorse idriche si riducono anche a causa dell'inquinamento e del riscaldamento globale, motivo per cui, in un futuro non molto lontano, la quantità d'acqua dolce potrebbe non essere più sufficiente a soddisfarne la domanda. Come già menzionato sopra, l'acqua viene utilizzata in tutti i settori economici, tuttavia la maggior parte viene impiegata nel settore alimentare. In particolare, il settore agricolo impiega il 70% del consumo totale di acqua dolce, il 22% viene impiegato nell'industria e il restante 8% è utilizzato per usi domestici. Questa crescente competizione per le risorse idriche ha un impatto molto forte sul benessere presente e futuro degli esseri viventi e dell'ambiente naturale. Per questo motivo è importante gestire al meglio le risorse di cui disponiamo per un futuro sostenibile.

## **1.1 Il concetto di acqua virtuale**

Un metodo per misurare l'impiego di acqua nell'economia è il concetto di "acqua virtuale", coniato intorno al 1993 da Tony Allan, scienziato e professore al Kings' College e presso la School of Oriental and African Studies dell'Università di Londra. È riconosciuto quale figura fondamentale nel campo delle risorse idriche e dello sviluppo sostenibile. Allan è stato un analista dell'acqua per molto tempo concentrandosi in particolare sul Medio Oriente. In quella regione, il progressivo aumento della domanda di prodotti alimentari, nella seconda metà del XX secolo, ha costretto un numero sempre maggiore di economie a diventare importatori netti di cibo perché non avevano le risorse necessarie, in particolare l'acqua, per essere autosufficienti nella produzione alimentare. Da qui è nata l'assunzione, prevalente tra le persone influenti di quel periodo, che le guerre del prossimo secolo saranno combattute per l'acqua.

Tony Allan, indagando sul commercio di prodotti alimentari in Egitto notò che le sue importazioni di grano e farina erano cresciute esponenzialmente. Fatto che era dovuto principalmente ai prezzi molto accessibili dei beni importati, i quali non riflettevano appieno i costi totali della produzione. Erano prezzi che non rispecchiavano, in primis, il valore dell'acqua consumata o delle esternalità negative prodotte nei paesi esportatori (come il danneggiamento degli ecosistemi acquatici o della biodiversità naturale). Lui concluse che l'importazione di acqua contenuta principalmente nei cereali, nelle regioni del mondo con scarsità idrica, spiega perché le guerre per l'acqua siano inutili e improbabili. Chiamò "acqua virtuale" il volume d'acqua richiesto per coltivare, produrre e confezionare i beni e servizi consumati dalla popolazione di un paese. Venne poi definita anche "acqua incorporata" o "nascosta" perché il prodotto finale contiene solo una piccola frazione dell'acqua totale effettivamente utilizzata, nell'intero ciclo di vita, per la sua produzione. Allan decise di adottare tale terminologia durante un seminario settimanale presso l'Università di Londra per il suo grande richiamo popolare, ma è tuttora soggetto a critiche nonostante sia utilizzato molto nella letteratura sulle risorse idriche. Nel 2008, Tony Allan ha ricevuto anche lo Stockholm Water Prize per i suoi contributi pionieristici alla comprensione e alla comunicazione dei problemi idrici (Allan 2011).

## **1.2 L'impronta idrica**

I paesi hanno da sempre commerciato beni e servizi tra di loro e implicitamente anche l'acqua virtuale contenuta nei beni scambiati. Hoekstra e Hung (2002) hanno cercato di quantificare i

flussi d'acqua virtuale contenuta nel commercio internazionale di prodotti alimentari sviluppando il concetto di impronta idrica. Si tratta di un indicatore basato sul consumo, che analizza l'impatto delle persone sulle risorse idriche globali. L'impronta idrica rappresenta, dunque, il volume totale di acqua dolce consumata direttamente e indirettamente da una nazione oppure da un'azienda nella fornitura dei suoi prodotti o servizi. Può essere calcolata per un prodotto, un gruppo ben definito di consumatori (una famiglia, gli abitanti di una città) o produttori (aziende private o pubbliche).

Si discosta dagli indicatori precedenti sull'uso di acqua per il fatto che si focalizza sulla domanda di acqua correlata al consumo finale di una nazione, mentre gli indicatori precedenti (ad esempio, il prelievo totale di acqua per i vari settori dell'economia) mostrano la domanda di acqua impiegata solo nei processi produttivi di un paese. Questo nuovo indicatore consente di confrontare la domanda di acqua per il consumo a livello globale: per esempio, quanta acqua viene domandata dai cittadini nordamericani o europei confrontata con le richieste di acqua della popolazione Africana, Indiana o Cinese.

La grandezza dell'impronta idrica non è uguale per tutti i prodotti: quelli derivanti da allevamento presentano un'impronta maggiore rispetto ai prodotti coltivati perché gli animali hanno bisogno a loro volta di acqua e cereali, e per diversi anni, prima di essere pronti al consumo. In modo simile, l'impronta idrica varia anche da un luogo all'altro e dipende da fattori quali il clima, la resa dei raccolti o le tecniche agricole impiegate.

L'interesse per questo indicatore è cresciuto rapidamente dopo la sua introduzione nella letteratura accademica e sono stati pubblicati numerosi articoli su questo tema. Nel 2008, Hoekstra, professore di gestione dell'acqua presso l'università di Twente, ha fondato, insieme ad altri partner, il Water Footprint Network: una rete di stakeholders che ha la missione di utilizzare il concetto di impronta idrica per promuovere la transizione verso un uso sostenibile, equo ed efficiente delle risorse di acqua dolce in tutto il mondo.

### **1.3 Le componenti dell'impronta idrica**

A causa dei diversi impatti ambientali e dei costi opportunità che hanno le varie forme di utilizzo dell'acqua, l'impronta idrica totale a livello nazionale o di prodotto venne suddivisa in sottocategorie di acque blu, verdi e grigie.

Per acqua blu si intendono gli accumuli di acqua dolce sulla superficie terrestre e nei sistemi sotterranei: si riferisce quindi all'acqua dei fiumi, laghi, stagni e falde acquifere. L'acqua blu

può essere facilmente pompata e impiegata in tutte le attività economiche, sia alimentari che non, compresa la generazione di energia. È particolarmente utilizzata per l'irrigazione agricola nonché per usi industriali e domestici.

L'acqua verde, invece, deriva dalla pioggia e viene immagazzinata nello strato insaturo del suolo per poi essere traspirata dalle colture oppure evaporare. Date le sue peculiarità, questo tipo di acqua non ha impiego concorrenziale se non nell'agricoltura. Anche se risulta estremamente difficile da valutare, l'acqua verde si colloca al pari degli altri tipi per quanto riguarda la quantità di cibo che può produrre ed è particolarmente rilevante per i prodotti agricoli, orticoli e forestali.

Infine, l'acqua grigia è la quantità di acqua dolce necessaria per assimilare gli agenti inquinanti che residuano dalle produzioni, al fine di soddisfare specifici standard di qualità dell'acqua richiesti. Si tratta, dunque, di una misura stimata del potenziale deterioramento della qualità dell'acqua causato dalla produzione di un certo bene o servizio.

Se consideriamo questa scomposizione dell'impronta idrica, si osserva che alcune colture, tra le quali il riso, fa uso dei vari tipi di acqua in modo significativamente diverso a seconda del paese in cui viene coltivato: nelle Filippine, il 63% dell'impronta idrica del riso è costituita dall'acqua verde, mentre nel Pakistan l'82% dell'impronta è spiegata dall'acqua blu a causa di una maggiore necessità di irrigazione rispetto alle Filippine (Rockstrom, Falkenmark, 2009).

## **1.4 Commercio internazionale di acqua virtuale**

Purtroppo, non esiste una relazione positiva tra la disponibilità di acqua e la sua domanda locale: alcune regioni del mondo presentano scarsità idrica e una domanda di acqua più elevata, altre presentano una bassa domanda di acqua ma sono caratterizzate da abbondanti riserve di questa risorsa naturale.

Se ci troviamo di fronte ad un'economia chiusa, questa dovrà provvedere allo sviluppo economico contando esclusivamente sulle proprie risorse interne. La questione cambia per le economie aperte, in cui un paese normalmente decide di importare i beni che, per essere prodotti, necessitano risorse di cui il paese scarseggia. Allo stesso modo, in un'economia aperta una nazione può decidere di esportare i beni di cui abbonda perché possiede internamente le risorse per produrlo. Si parla di "import di acqua virtuale" quando un paese con riserve d'acqua scarse decide di importare i prodotti che richiedono un uso intensivo di tale risorsa. Così facendo, si è in grado di alleviare la pressione sulle risorse idriche locali che sono già scarse; il



contrario accadde nel caso di “export di acqua virtuale”. La caratteristica più importante del commercio di acqua virtuale è il fatto che soddisfa i bisogni fondamentali della società restando allo stesso tempo economicamente e politicamente invisibile (Hoekstra, Hung, 2002).

## **Capitolo 2**

### **Analisi del consumo di acqua virtuale a livello mondiale**

La distribuzione geologica irregolare delle risorse idriche insieme alla separazione tra produzione e consumo, avvenuta con la globalizzazione, ha fatto sì che il commercio d’acqua virtuale giocasse un ruolo importante nel bilanciare le risorse idriche locali, nazionali e globali in un contesto di crescente scarsità d’acqua in molte parti del mondo.

La ricerca sul commercio di acqua virtuale su scala globale considera tutti i paesi che importano o esportano tale risorsa, ed è stato l’argomento principale dello studio di Chen e Chen (2013). Quest’ultimo indaga il profilo dell’acqua virtuale nel mondo nel 2004 sulla base di un modello input-output multi-regione (MRIO). Il modello è stato sviluppato sulla base del Global Trade Analysis Project (GTAP): un database che include 112 regioni e 54 settori (di cui 14 agricoli, 32 dell’industria e 11 settori di servizi per ciascuna regione inclusa). Viene calcolata l’impronta idrica di 112 regioni e viene analizzata la sua composizione nei principali consumatori di acqua.

Osserviamo che ad un livello nazionale, l’India, gli Stati Uniti e la Cina continentale sono i maggiori consumatori di acqua virtuale al mondo, mentre l’impronta idrica pro capite varia da 30 m<sup>3</sup> per l’Africa centro-meridionale a 3290 m<sup>3</sup> per il Lussemburgo. India risulta essere il paese con un’impronta idrica maggiore (610 Gm<sup>3</sup> nel 2004), seguita dagli Stati Uniti (549 Gm<sup>3</sup>) e dalla Cina continentale (489 Gm<sup>3</sup>).

Per quanto riguarda i singoli settori, solo il 43% del commercio internazionale si concretizza nel settore alimentare, mentre il restante 57% riguarda settori non alimentari, il che conferma l’importanza di prendere in considerazione anche quest’ultimi quando si considera il budget idrico complessivo. Infatti, prendendo in considerazione solamente il settore alimentare, la Cina appare un importatore netto di acqua virtuale e gli Stati Uniti un esportatore netto.

### **2.1 Deficit o surplus di acqua virtuale in una nazione**

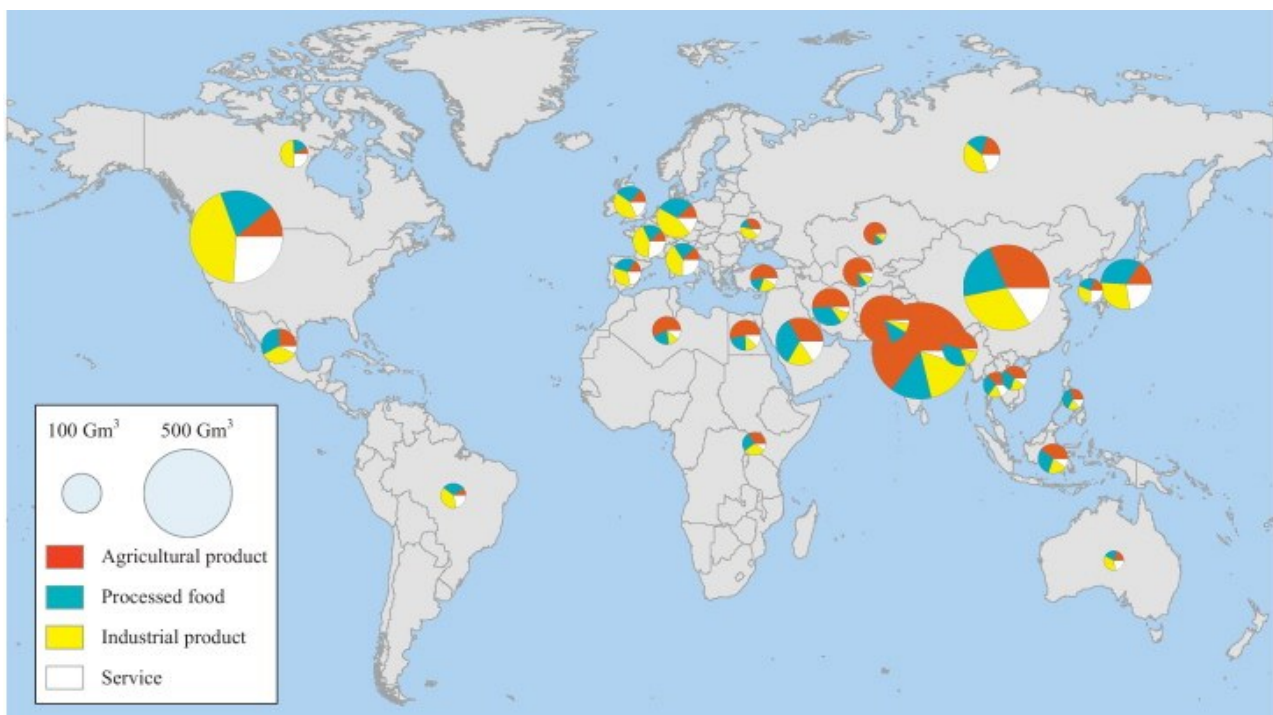
Dal confronto tra acqua prelevata e impronta idrica si rileva un surplus o deficit idrico virtuale di una nazione. Delle 112 nazioni contabilizzate, 63 hanno un surplus idrico mentre 49 hanno un deficit idrico virtuale. Tra questi, il principale esportatore e ricevitore del deficit è la Cina continentale, mentre il Giappone è il principale ricevente di surplus. Nella figura 1 vengono identificate e confrontate le impronte idriche con i volumi di acqua prelevati nelle nazioni prese in considerazione. Si nota che in molti paesi in via di sviluppo, come Brasile, Thailandia e Vietnam si hanno volumi di prelievi d'acqua molto maggiori rispetto alle impronte idriche, mostrando dei significativi **deficit** di acqua virtuale. Al contrario, la maggior parte dei paesi sviluppati presentano notevoli **surplus**: il Regno Unito, ad esempio, ha un'impronta idrica che è quasi sei volte il volume dei prelievi. In modo simile, l'impronta idrica della Germania, Giappone e Corea è circa il doppio rispetto alla quantità prelevata.



*Fig.1 Confronto tra prelievo idrico e impronta idrica per tutte le 112 nazioni rappresentate nel 2004. Immagine tratta dal testo di Chen e Chen (2013).*

Per quanto riguarda i singoli settori dell'economia, solo nell'agricoltura si osserva un deficit idrico, mentre nella trasformazione alimentare, nella produzione industriale e nella fornitura di servizi si hanno dei surplus. Il settore agricolo, in effetti, richiede un prelievo idrico corrispondente al 69% del totale ma contribuisce al fabbisogno globale di acqua virtuale solo per il 35%. Verificandosi così un deficit idrico, dovuto principalmente al fatto che una parte importante dei prodotti agricoli vengono impiegati come input intermedi nella trasformazione alimentare invece di essere consumati direttamente. Tuttavia, questo varia da una regione all'altra: nella figura 2 osserviamo, infatti, che i principali consumatori d'acqua dell'Asia e dell'Africa settentrionale hanno un'impronta idrica dominata dal settore alimentare (prodotti

agricoli e trasformati) mentre l'impronta idrica delle nazioni Europee e del Nord America è dominata dal prodotto industriale.



*Fig.2 Composizione dell'impronta idrica dei principali consumatori di acqua (impronta superiore a 25 Gm<sup>3</sup>) nel 2004. Immagine tratta dal testo di Chen e Chen (2013).*

Chen e Chen (2013) hanno anche sviluppato un indicatore della dipendenza da acqua virtuale di un paese: si ottiene dal rapporto tra la quantità di acqua virtuale importata e l'impronta idrica nazionale. Stando a questo indicatore, Canada, Mexico e i paesi Caraibici hanno stretti legami commerciali con gli Stati Uniti mentre le economie asiatiche dipendono fortemente dalla Cina. I partner degli Stati Uniti hanno più collegamenti di esportazione che di importazione con esso, fatto che dimostra l'importante ruolo di consumatore degli USA. I partner della Cina, al contrario, hanno più connessioni di importazione che di esportazione con essa, e questo riflette il suo importante ruolo di fornitore.

Un punto debole di questo studio è che tiene conto solo dell'acqua dolce e l'utilizzo diretto dell'acqua piovana non è incluso a causa della sua elevata incertezza. Di conseguenza, è possibile che i risultati ottenuti siano inferiori di molto rispetto a quelli reali.

## 2.2 Impronta idrica delle nazioni in funzione del loro modello di consumo

Hoekstra e Chapagain (2006) hanno analizzato l'impronta idrica delle nazioni in funzione del loro modello di consumo per il periodo 1997-2001, perfezionando lo studio precedente di Hoekstra e Hung (2002, 2005) sui flussi d'acqua virtuale legati al commercio di prodotti agricoli. Come metodologia utilizzata ha scomposto l'impronta idrica di una nazione in due componenti: l'impronta idrica interna e quella esterna.

La prima identifica le risorse idriche di un paese utilizzate per produrre beni e servizi consumati dai suoi stessi abitanti. Si ottiene dalla differenza tra le risorse incorporate nei beni che vengono consumati localmente e quelle impiegate nei beni prodotti per l'esportazione.

Al contrario, l'impronta idrica esterna di un paese è definita come il volume annuale di risorse idriche impiegate in altri paesi per produrre i beni e servizi consumati dagli abitanti del paese che viene analizzato. È calcolata come differenza tra l'acqua virtuale contenuta nei beni importati e consumati all'interno meno l'acqua virtuale dei beni importati ma venduti successivamente in altri paesi.

I risultati ottenuti indicano che l'impronta idrica globale è di 7450 Gm<sup>3</sup>/anno (1240 m<sup>3</sup>/pro capite), e nella Figura 3 si nota che alcuni paesi presi insieme: India, Cina, USA, Federazione Russa e Indonesia contribuiscono per il 50% circa all'impronta idrica globale totale.

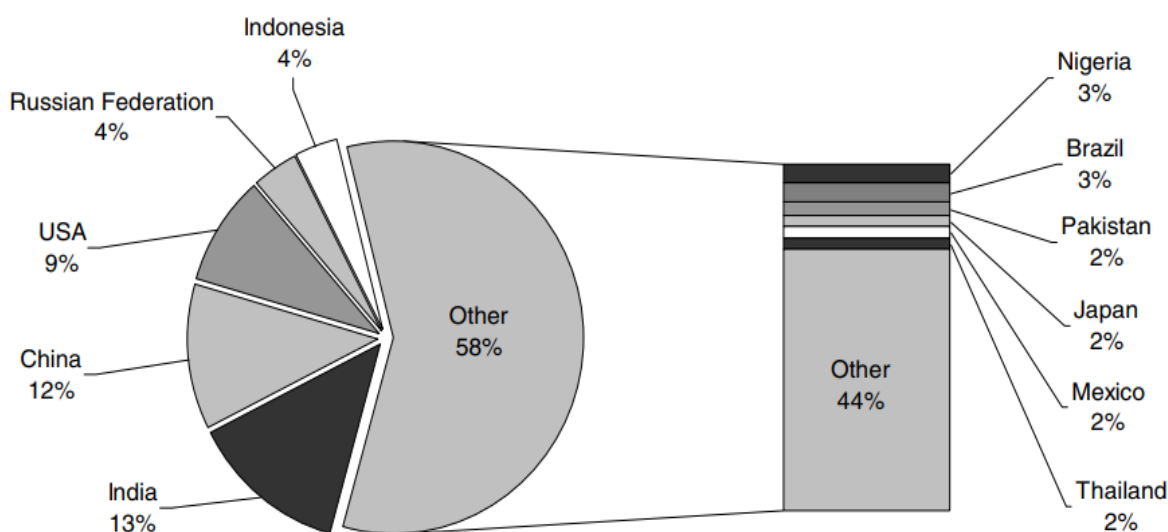


Fig.3: Incidenza dei principali consumatori all'impronta idrica globale. Immagine tratta dal testo di Hoekstra e Chapagain (2006).

In termini assoluti, l'India è il paese con l'impronta idrica più grande al mondo con 987Gm<sup>3</sup>/anno. Tuttavia, considerando che il popolo indiano rappresenta più di un sesto della popolazione, esso contribuisce solo per il 13% all'impronta idrica globale. Su una base relativa,

invece, sono gli Stati Uniti ad avere la più grande impronta idrica ( $2480\text{m}^3/\text{anno}$  pro capite), seguiti da paesi dell'Europa meridionale come Grecia, Italia e Spagna. Guardando al continente Asiatico, impronte idriche elevate si trovano anche in Malesia e Thailandia, mentre la Cina ha un'impronta idrica relativamente bassa in rapporto alla popolazione, con una media di  $700\text{m}^3/\text{anno}$  pro capite.

Generalmente, si osserva una correlazione positiva tra il livello di reddito e l'impronta idrica: vi è infatti una differenza di 100 volte nel consumo di acqua fra una persona di un paese povero e il consumo di una persona con un reddito pro capite medio/alto.

### **2.3 I fattori principali che determinano l'impronta idrica di un paese**

Secondo Hoekstra e Chapagain (2006), i quattro fattori principali che determinano l'impronta idrica di un paese sono:

- 1. Quanto si consuma in relazione al reddito nazionale lordo:** nei paesi ricchi generalmente si consumano più beni e servizi, il che si traduce in una maggiore impronta idrica. Questo spiega parzialmente le impronte idriche elevate di paesi come USA, Italia o Svizzera.
- 2. Il modello di consumo:** in effetti, non è solamente la quantità domandata che conta, ma anche la tipologia dei consumi: alcuni beni, in particolare, richiedono molta più acqua per essere prodotti. Nello specifico si parla della carne bovina e prodotti d'allevamento, di cui gli Stati Uniti consumano più di tre volte la media globale, ovvero  $120\text{ kg}/\text{anno}$  in media.
- 3. Il clima e le condizioni di crescita dei prodotti agricoli:** si fa riferimento alle condizioni climatiche sfavorevoli, come siccità o evaporazioni elevate, tipiche delle zone aride dove il fabbisogno di acqua per unità di produzione agricola è relativamente grande. Questo spiega in parte le impronte idriche elevate di paesi come Senegal, Ciad, Nigeria o Siria.
- 4. La pratica agricola e l'efficienza idrica:** una pratica agricola inefficiente dal punto di vista idrico implica che la produttività dell'acqua in termini di unità prodotte è relativamente bassa. Fattori sottostanti le inefficienze sono: un prezzo inadeguato per l'acqua che non esprime il suo vero valore, presenza di sussidi da parte dello Stato, uso di tecnologie obsolete e mancate misure di risparmio idrico tra gli agricoltori. Questi fattori spiegano in parte l'elevata impronta idrica di paesi come Thailandia, Cambogia, Turkmenistan o Sudan.

Nella figura 4 si nota che l'influenza dei fattori considerati sopra varia da un paese all'altro: negli USA, ad esempio, si ha un'impronta elevata a causa dell'alto consumo di carne pro capite e di prodotti industriali. Quest'ultimo fattore spiega il 32% dell'impronta negli USA, ma lo fa solo per il 2% nell'Iran, dove i fattori che stanno alla base dell'impronta sono i bassi rendimenti nella produzione agricola e l'alta evapotraspirazione.

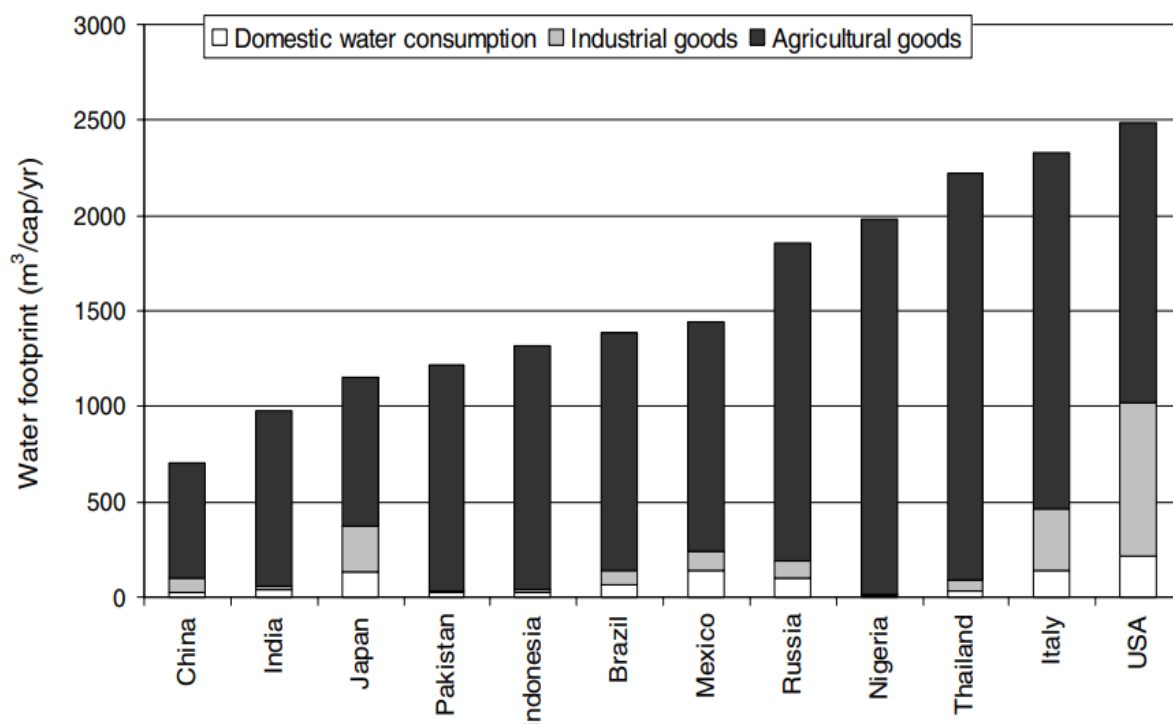


Fig.4 Impronta idrica nazionale pro capite e il contributo delle diverse categorie di consumo per alcuni paesi selezionati. Immagine tratta dal testo di Hoekstra e Chapagain (2006).

## 2.4 Soluzioni pratiche per ridurre l'impronta idrica

Hoekstra e Chapagain suggeriscono anche alcune soluzioni per ridurre l'impronta idrica, nello specifico:

- 1) Adottare tecniche di produzione che impieghino meno acqua per unità di prodotto e migliorare la produttività applicando tecniche avanzate di raccolta dell'acqua piovana per l'irrigazione supplementare;
- 2) Passare a dei modelli di consumo composti da prodotti che richiedono meno acqua nella loro produzione, per esempio riducendo il consumo di carne e ritornando ad un allevamento

non intensivo. Si possono influenzare le quantità consumate di carne introducendo una tassa sul consumo nonché sensibilizzando i consumatori sul tema della sostenibilità idrica;

Una soluzione che fa diminuire di molto l'impiego di acqua nell'allevamento di bovini, e che si sta diffondendo nell'ultimo periodo, è il modello "grass fed", ovvero nutrito ad erba. Questo modello di allevamento non prevede l'uso di mangimi a base di cereali o soia ma i bovini restano al pascolo per il loro intero ciclo di vita e le loro uniche fonti di nutrimento sono l'erba o il fieno durante il periodo invernale. Questa tecnica da una parte aumenta i tempi di crescita e di ingrasso dell'animale e di conseguenza comporta un prezzo per kilogrammo di carne che è superiore a quello convenzionale, dall'altra parte è una soluzione più rispettosa del benessere degli animali e meno impattante sulle risorse idriche.

- 3) Infine, l'ultima soluzione proposta da Hoekstra e Chapagain è quella di esternalizzare la produzione da aree con una bassa produttività idrica ad aree con alta efficienza idrica. Ad esempio, la Giordania ha ridotto la sua impronta attraverso l'importazione del grano e del riso dagli Stati Uniti, che ha una produttività idrica superiore alla sua.

## **2.5 Efficienza d'uso dell'acqua verde e blu dal punto di vista dei costi opportunità**

Accanto all'indicatore aggregato di impronta idrica, bisogna analizzare anche le sue componenti e caratteristiche. Si devono analizzare i diversi tipi di acqua impiegati nella produzione perché l'acqua blu, ad esempio, impatta sull'ambiente più di quanto lo faccia l'acqua verde. Bisogna inoltre analizzare le parti dell'impronta per le quali non è possibile un uso alternativo in termini di costo-opportunità, o può essere usata con un più alto valore aggiunto.

Il costo opportunità dell'acqua è dato dal suo valore in usi alternativi: nelle attività civiche, industriali o ricreative. L'acqua verde e blu hanno caratteristiche diverse che si riflettono nei loro costi opportunità: la prima deriva dalla pioggia, per cui è un bene fornito dalla natura in modo gratuito e non ha principali concorrenti se non nella produzione alimentare. Al contrario, l'acqua blu ha molte funzioni di cui l'irrigazione produce il valore economico più basso. Per questo motivo il costo opportunità dell'irrigazione è alto e commerciare acqua verde risulta più efficiente che scambiare quella blu, mantenendo gli altri fattori costanti. Allo stesso tempo, la

fornitura dell'acqua blu comporta dei costi perché richiede strutture apposite per lo stoccaggio e la distribuzione prima di essere disponibile all'utilizzo (Zehnder et al.,2003).

## **2.6 Efficienza d'uso dell'acqua nel settore alimentare**

Considerando solo il settore alimentare, Yang, Wang, Abbaspour e Zender (2006) hanno valutato l'efficienza nell'uso di acqua con riguardo al risparmio idrico, ai costi opportunità di uso dell'acqua verde e blu e agli impatti ambientali del commercio virtuale. Questo studio si basa sui dati di contabilità dell'acqua già presenti in letteratura, mentre il modello utilizzato per esaminare il contenuto di acqua virtuale delle colture è il modello CROPWAT, sviluppato dall'Organizzazione delle Nazioni Unite per l'Alimentazione e l'Agricoltura (FAO).

Essendo il settore alimentare il più grande utilizzatore di risorse idriche, con l'80% del consumo totale di acqua prelevata, la produzione alimentare è direttamente influenzata dalla scarsità idrica. Per questo motivo, le ricerche si sono concentrate principalmente su questo settore nel corso degli anni, nonostante il concetto di acqua virtuale comprenda tutti i rami economici. Grazie a questi numerosi studi, si è migliorata notevolmente la comprensione delle sfide idriche e alimentari del nostro pianeta e ha contribuito a spostare più in alto nell'agenda politica le questioni relative all'acqua.

I risultati a cui sono arrivati confermano l'intuizione per cui l'acqua virtuale fluisce principalmente da paesi ad alta produttività delle colture verso paesi a bassa produttività, generando un risparmio globale nell'uso dell'acqua. In termini generali, si ha un risparmio d'acqua a livello globale quando i prodotti vengono esportati da paesi con una produttività idrica superiore a quella dei paesi importatori. Implicitamente, flussi in direzione opposta portano ad una perdita di risorse idriche globali. Inoltre, si nota che il commercio totale di acqua virtuale è dominato dall'acqua verde, che ha un basso costo opportunità di utilizzo rispetto a quella blu.

Il volume totale dell'esportazione di acqua virtuale associato alle colture alimentari considerate è di circa 644 km<sup>3</sup>/anno, mentre il volume equivalente per l'importazione è di 981 km<sup>3</sup>/anno. La differenza tra le due rappresenta il risparmio d'acqua globale risultante dal commercio alimentare. In altre parole, è la quantità d'acqua aggiuntiva che altrimenti sarebbe necessaria se il cibo importato fosse prodotto localmente. Tuttavia, l'entità del risparmio varia per le singole colture: il commercio del grano e del mais contribuiscono in modo particolare al risparmio idrico globale, mentre la produzione del riso, d'altra parte, necessita più acqua nei principali paesi esportatori, come Vietnam o Thailandia, rispetto ai paesi che importano. Fatto che si



verifica, in parte, a causa del loro clima non adatto alla produzione di questa coltura (FAO, 1986).

Si nota, però, che la bassa produttività dell'acqua si vede principalmente nei paesi poveri dato che questa è strettamente legata alle pratiche agronomiche, alla tecnologia impiegata e all'efficienza nella gestione delle risorse sia a livello locale che aziendale. Ad esempio, la quantità d'acqua fornita per l'irrigazione nei paesi in via di sviluppo è tipicamente 2-3 volte superiore al reale fabbisogno delle colture a causa delle loro infrastrutture obsolete. In molti paesi poveri, inoltre, si nota che l'irrigazione è relativamente bassa se comparata alle sue dotazione di risorse idriche. Questa situazione è dovuta alle loro scarse capacità finanziarie necessarie per costruire infrastrutture e portare l'acqua blu al punto di irrigazione (Yang et al.,2003; Oki e Kanae,2004).

Il rapporto tra aree irrigate e aree coltivate totali indica la dipendenza dall'acqua blu del settore agricolo di un paese. Si nota che molti paesi con scarsità idrica e che sono importatori di prodotti alimentari hanno un'alta dipendenza dall'acqua blu a causa delle precipitazioni scarse nella loro zona e la conseguente necessità di irrigazione. Per alcuni paesi che affrontano la scarsità d'acqua, l'elevato costo opportunità dell'irrigazione viene visto come un compromesso fatto per alleviare altri problemi più urgenti: la sicurezza alimentare, l'occupazione rurale e la stabilità politica.

### **2.7.1 Effetti del commercio di acqua virtuale sui paesi importatori**

Per i paesi in cui le risorse idriche sono scarse, l'importazione aiuta ad alleviare lo stress idrico perché, per molti di loro, è meno costoso ed ecologicamente distruttivo importare cibo, specialmente i cereali ad alta intensità d'acqua, che trasportare l'acqua per produrre gli stessi prodotti localmente.

Tuttavia, il risparmio idrico da solo, non può essere usato come metrica per dare un giudizio sui benefici e sui costi del commercio globale di acqua virtuale. In effetti, si è visto che gran parte dell'importazione è in realtà destinata a paesi che non hanno scarsità d'acqua ma sono più poveri. In questo caso, migliorare le pratiche agronomiche e la gestione delle risorse locali dei paesi importatori farebbe migliorare il loro benessere complessivo. Un problema è che i piccoli agricoltori locali non possono competere con le sovrapproduzioni a buon mercato e spesso sovvenzionate dai paesi esportatori che indebolisce i prezzi locali e riduce la produzione sul territorio. In questo caso l'importazione potrebbe essere dannosa per la loro sicurezza

alimentare e una sua riduzione farebbe aumentare inizialmente i prezzi locali ma anche la produzione, migliorando complessivamente l'efficienza d'uso delle risorse idriche globali (Rosegrant et al.,2002).

## 2.7.2 Effetti del commercio di acqua virtuale sui paesi esportatori

Precedentemente abbiamo rilevato che si ha un risparmio idrico globale grazie alla più alta produttività relativa dei paesi esportatori e al fatto che quest'ultimi derivano solo una piccola parte della loro produzione da aree irrigate. Come si vede nella Figura 5, il commercio globale di acqua virtuale è quindi dominato dall'acqua verde e per questo motivo è più efficace in termini di costo opportunità di uso dell'acqua.

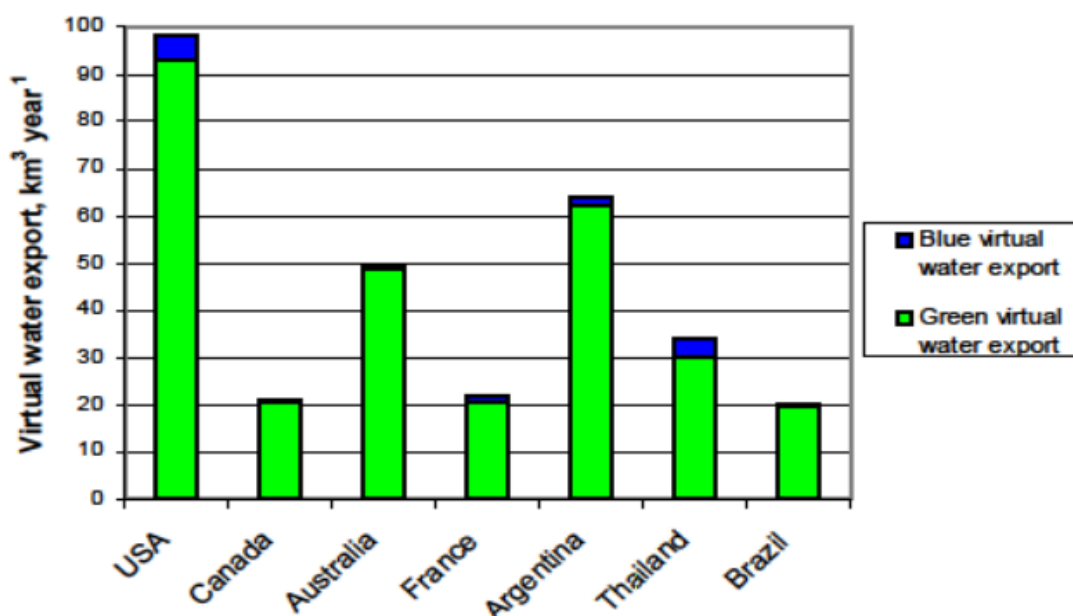


Fig.5 Esportazioni nette di acqua virtuale blu e verde nei principali paesi esportatori nel periodo 1997-2001. Immagine tratta dal testo di Yang, Wang, Abbaspour e Zender (2006).

D'altra parte, è anche noto che i paesi esportatori fanno uso abbondante di pesticidi chimici e fertilizzanti nella produzione alimentare. Negli Stati Uniti, ad esempio, l'applicazione media è di 140 kg/ha rispetto ai 100 kg/ha utilizzati in media nei paesi in via di sviluppo, e questo uso eccessivo sta diventando un problema serio per l'ambiente. Per questo motivo è importante capire se la più alta produttività dei paesi esportatori è dovuta principalmente ad una migliore gestione delle risorse oppure ad un uso più intenso di input fertilizzanti. Se quest'ultimo fosse il caso, allora il commercio potrebbe potenzialmente danneggiare tali paesi.

Altro punto fondamentale da considerare è il fatto che l'agricoltura da irrigazione ha subito un aumento significativo nel tempo in alcuni dei principali paesi esportatori (+ 11% negli USA), con un conseguente sovrasfruttamento dei loro fiumi e falde acquifere e di un impoverimento generale delle risorse idriche.

Possiamo quindi constatare quanto sia complesso valutare l'efficienza d'uso dell'acqua nel commercio virtuale perché coinvolge molte tematiche interconnesse con guadagni e perdite per tutti i partner coinvolti.

## **2.8 Flussi di acqua virtuale nell'Unione Europea**

Serrano, Guan, Duarte, Paavola (2016) hanno condotto un'analisi dei flussi d'acqua virtuale nell'Unione Europea.

Il modello utilizzato per tracciare i flussi di risorse lungo le catene di approvvigionamento è il EE-MRIO. Si tratta di un approccio utilizzato spesso dalle istituzioni internazionali come l'OCSE, le Nazioni Unite o l'Eurostat per associare le attività economiche agli impatti che queste hanno sulle risorse naturali. Per analizzare l'impronta idrica e i flussi di acqua virtuali vengono utilizzati, come fonte principale, i dati del World Input-Output Database (WIOD) per il 2009. Questo database fornisce informazioni per 35 settori economici in 40 paesi e una regione chiamata Resto del Mondo (ROW). È una fonte importante perché contiene dati su tutti i paesi membri, ed è l'unico che contiene informazioni sull'uso di tutti i tipi d'acqua (blu, verde e grigia) per un numero elevato di settori.

Come si vede dalla figura 6, l'uso globale di acqua nell'UE è stato di circa 9428 km<sup>3</sup>.

L'UE importa 585 km<sup>3</sup> di acqua virtuale (28% sul totale) da altre regioni del mondo: è il maggior importatore di acqua virtuale, con il 67,9% 16,2% e il 16% di acqua verde, blu e grigia rispettivamente. Al contrario, le regioni che esportano più acqua sono le ROW (39%) e la Cina (20%), i cui destinatari principali sono le regioni sviluppate come l'UE, l'Asia, il Pacifico e il Nord America.

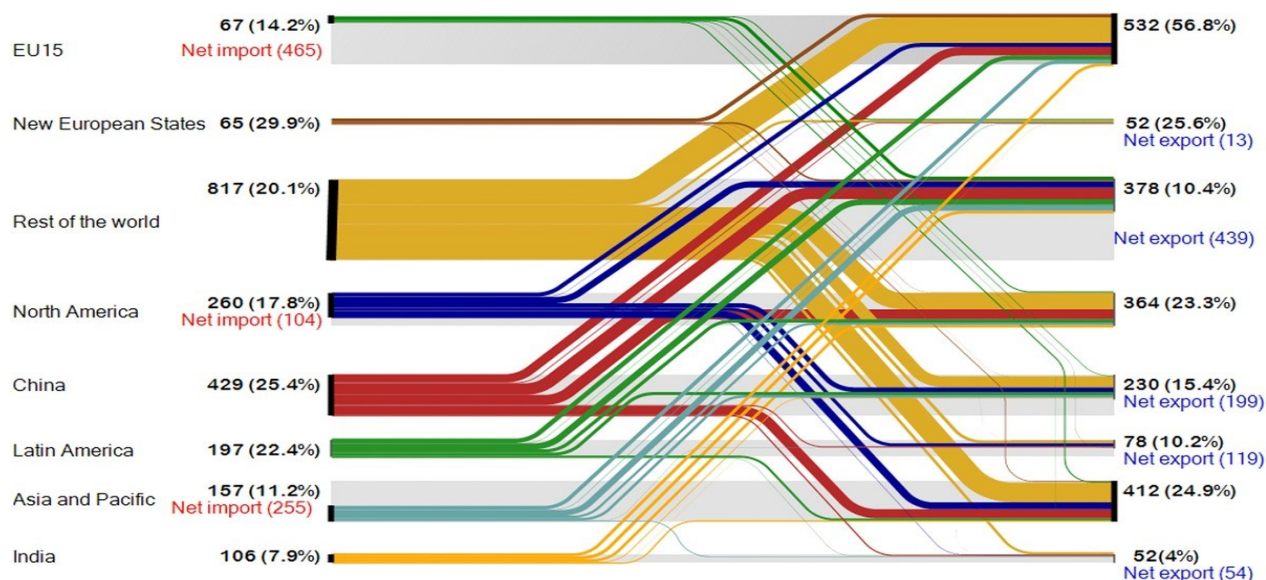


Fig.6: il grafico mostra i flussi d'acqua virtuali globali (da sinistra a destra) e lo spessore delle frecce indica il volume di acqua scambiato. Tra parentesi rosse e blu vengono indicate, rispettivamente, le importazioni e le esportazioni nette. Immagine tratta dal testo di Serrano, Guan, Duarte, Paavola (2016).

Tuttavia, vi è un notevole flusso di importazioni ed esportazioni anche all'interno dell'UE, non solo tra questa e il resto del mondo. Alcuni paesi sono sostanziali importatori di acqua virtuale, mentre altri sono esportatori nonostante abbiano scarsità idrica assoluta. Come mostrato nella figura 7, Germania e Gran Bretagna sono i maggiori importatori netti di acqua virtuale, mentre Polonia e Spagna ne sono i principali esportatori. La Spagna esporta acqua virtuale soprattutto verso la Germania, Gran Bretagna e Francia mentre la Polonia ne esporta principalmente verso la Germania.

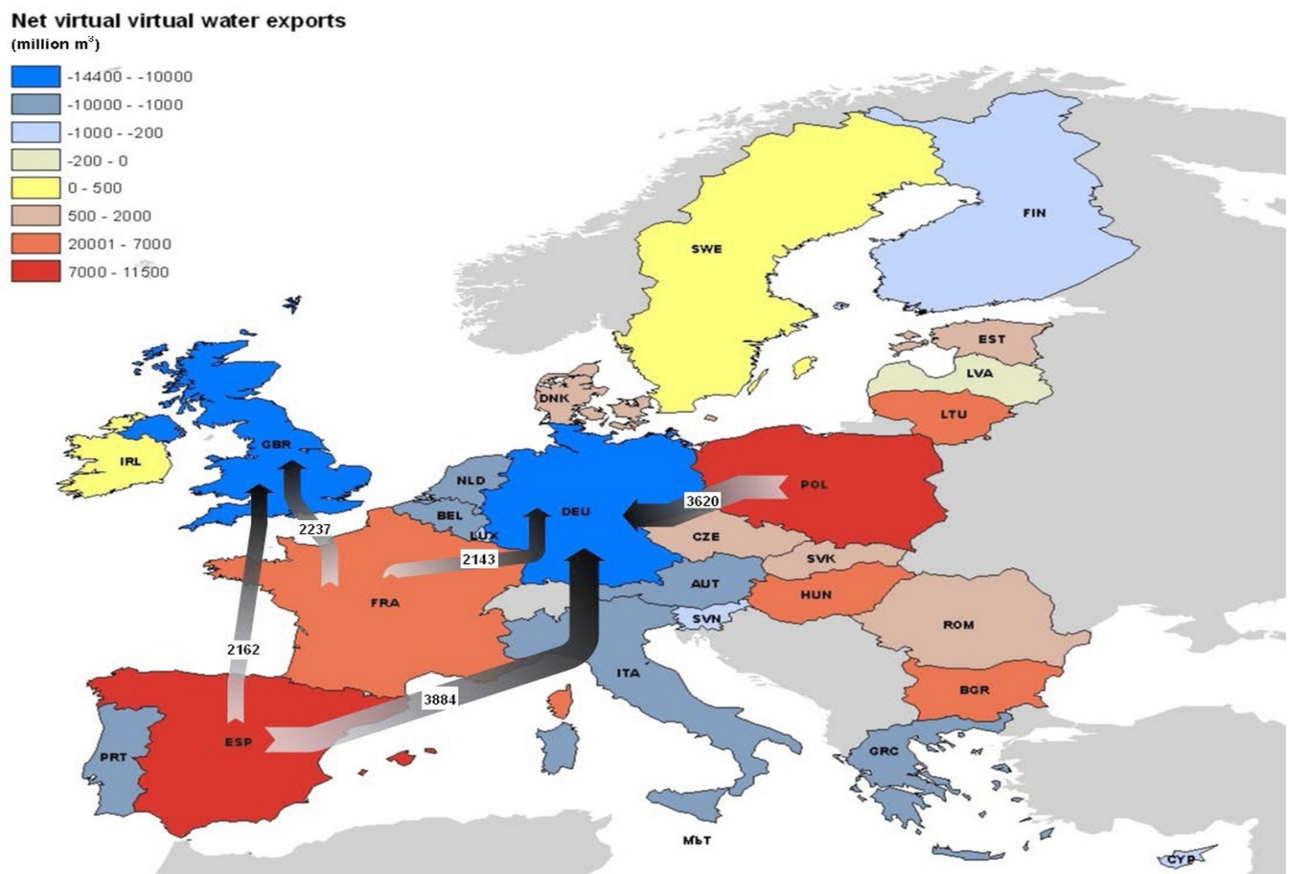


Fig.7: Indica le esportazioni nette di acqua virtuale all'interno dell'UE con i 5 flussi più importanti. La mappa mostra le regioni esportatrici nette (rosso) e le regioni importatrici nette (blu), mentre la larghezza delle frecce indica il volume di acqua scambiata. Immagine tratta dal testo di Serrano, Guan, Duarte, Paavola (2016).

Le più grandi impronte idriche pro capite nell'UE si trovano in Svezia (3484m<sup>3</sup>), Lussemburgo (3214m<sup>3</sup>), Austria (3084m<sup>3</sup>) e Belgio (3028m<sup>3</sup>): questi paesi si sono specializzati in attività economiche ad alta intensità d'acqua come la generazione di elettricità, produzione di cellulosa e carta, produzioni agricole eccetera. Se si considera la produttività dell'acqua in termini di PIL, invece, l'Irlanda e il Lussemburgo sono gli utilizzatori più efficienti, con 80 m<sup>3</sup>/1000\$ e 103 m<sup>3</sup>/1000\$ rispettivamente. Viceversa, Bulgaria e Romania si distinguono per essere i meno produttivi in termini di PIL prodotto per quantità di acqua utilizzata, con 773m<sup>3</sup>/1000\$ e 762m<sup>3</sup>/1000\$ rispettivamente.

### 2.8.1 Le diverse tipologie di acqua incluse nel commercio dell'UE

Analizzando separatamente i diversi tipi di acqua, la Germania è il principale importatore di acqua grigia, 24.2 miliardi nel 2009, che rappresenta il 22% di tutte le esportazioni di acqua grigia all'interno dell'UE. In Germania, i settori maggiormente responsabili dell'impronta

griglia sono l'alimentare, il tessile ed elettrico, mentre in Francia e Italia lo sono soprattutto i prodotti agricoli e chimici.

Fra i paesi con le più alte **impronte blu** c'è ancora la Germania, il più grande importatore di acqua blu all'interno dell'UE che, insieme alla Gran Bretagna, utilizza più risorse d'acqua blu importate che interne. Dall'altra parte, Spagna, Austria e Svezia sono i maggiori esportatori netti di acqua blu.

Infine, parlando di **acqua verde**, sette Stati membri: Francia, Italia, Germania, Spagna, Romania, Polonia e Gran Bretagna sono responsabili del 72% dell'impronta idrica verde nell'UE. La Germania gioca un ruolo importante anche in questo ultimo caso dato che è il terzo maggiore esportatore di acqua verde e anche il suo maggiore importatore (20% sul totale).

In un futuro in cui il clima sarà altamente mutevole e con precipitazioni in diminuzione, le riserve di acqua verde dovranno essere compensate dall'acqua blu. Dato che le due tipologie di acqua sono interconnesse, una possibile soluzione è quella di includere il prezzo dell'acqua verde in quello dell'acqua blu. Un prezzo più grande, quindi, rifletterebbe meglio la reale scarsità d'acqua e creerebbe incentivi per un suo uso più ragionato ed efficace. Inoltre, i ricercatori hanno scoperto che i consumatori sono disposti a pagare di più per i beni prodotti in modo sostenibile, il che renderebbe possibile il recupero dei costi.

## **Capitolo 3**

### **Critiche apportare al concetto di acqua virtuale e impronta idrica**

Concetti come l'acqua virtuale o l'impronta idrica sono stati fondamentali per sensibilizzare le persone sul tema dell'acqua e sul suo utilizzo nelle catene di approvvigionamento agricolo e industriale, ma anche sul problema della scarsità idrica presente in molte parti del mondo. Nonostante lo sviluppo e la diffusione iniziale di questi indicatori nella letteratura, sono state sollevate alcune preoccupazioni e critiche circa la loro utilità se usati come strumento politico o come indicatore di sostenibilità ambientale.

#### **3.1 Inadeguatezza del termine “commercio di acqua virtuale”**

Wichelns (2015), contesta il fatto che si parli di commercio di acqua virtuale, in quanto ad essere oggetto di commercio sono effettivamente solo i beni e i servizi scambiati, di cui l'acqua è uno dei tanti input necessari alla loro produzione. Per questo motivo, lui va contro la letteratura prevalente e cerca di dimostrare l'inadeguatezza di nozioni come l'acqua virtuale o l'impronta idrica come indicatori utili alla gestione delle risorse o per formulare strategie di commercio. In particolare, afferma che il commercio internazionale non deve essere modificato o regolato in base al contenuto di acqua virtuale delle merci scambiate o delle impronte idriche dei paesi partner. Infatti, molti autori nella letteratura suggeriscono che i paesi con scarsità idriche dovrebbero importare prodotti ad alta intensità d'acqua, e viceversa, i paesi con abbondanti risorse idriche devono esportare tali prodotti. Per cui, implicitamente, si suggerisce di riorganizzare i modelli di produzione e commercio su scala globale per risolvere problemi di scarsità locale o regionale. Ma la disponibilità d'acqua di un paese, se considerata singolarmente, non deve essere usata quale metrica per stabilire un vantaggio comparato nel commercio. Infatti, il concetto di acqua virtuale come anche l'impronta idrica, prende in considerazione un'unica risorsa del paese, e non analizza gli altri fattori come la tecnologia o i costi opportunità di produzione tra i partner commerciali. Al contrario, in un modello di commercio tradizionale, un paese tenderà a specializzarsi nella produzione del bene che, rispetto agli altri partner commerciali, ha un minore costo opportunità relativo ad altri beni. In altre parole, in un commercio razionale la strategia adottata deve massimizzare la somma dei benefici netti di tutti i partner coinvolti e rispecchiare al meglio tutti i fattori produttivi di cui dispongono.

A titolo di esempio, si analizza un modello classico di commercio composto da 2 paesi: A e B, e due prodotti: grano e cotone. I paesi hanno risorse e tecnologie di produzione differenti: il primo paese, nello specifico, ha risorse d'acqua inferiori al secondo, ma un clima e un suolo più fertile. Facendo uso di alcuni dati, si può osservare che il paese A gode di un vantaggio assoluto in entrambe le produzioni perché le sue rese sono superiori al paese B per entrambe le colture, mentre ha un vantaggio comparato solo nella produzione di cotone, anche se questo necessita più acqua, per unità prodotta, rispetto al grano. Avere un vantaggio comparato significa che il paese A deve rinunciare a meno tonnellate di grano, rispetto al paese B, per ogni tonnellata in più di cotone che decide di produrre. Dunque, esso ha un costo relativo di produzione del cotone inferiore al rispetto paese B. Allo stesso tempo, quest'ultimo ha un vantaggio comparato solo nella produzione di grano. Ragione per cui, si potrebbe ottenere una somma maggiore di entrambe le produzioni se ognuno si specializzasse nella fornitura del bene

in cui ha un vantaggio comparato, anche se quel prodotto non riflette la sue abbondanti o scarse dotazioni di acqua.

In particolare, Guan e Hubacek (2007) hanno esaminato il movimento di merci scambiati tra il Nord della Cina (povero d'acqua) e il Sud (che ha abbondanti risorse d'acqua). In base alla letteratura prevalente, si aspettavano di vedere un flusso di importazioni dal Sud verso Nord di beni intensi d'acqua. Ma i risultati non hanno confermato questa assunzione e, nello specifico, c'erano altri fattori rilevanti come il prezzo dell'acqua, la disponibilità di manodopera nonché la qualità del suolo che stavano alla base degli scambi commerciali tra le due regioni del paese.

### **3.2 I paesi non risparmiano acqua impegnandosi nel commercio**

Il secondo punto che Wichelns vuole obiettare è l'affermazione che i paesi risparmiano acqua impegnandosi nel commercio. Partendo dallo studio di Chapagain (2006), Wichelns ha analizzato i paesi con i maggiori risparmi idrici nell'agricoltura derivanti dal commercio globale. Per farlo ha messo a confronto il loro risparmio idrico, le stime della terra arabile pro capite, la frazione di cittadini che lavorano nell'agricoltura e la quota del PIL derivante dal settore agricolo in un dato periodo. I risultati mostrano che tra gli undici paesi con il più grande risparmio idrico annuale stimato ci sono anche paesi industrializzati come la Germania, il Giappone o la Repubblica di Corea. In ognuno di questi paesi, gli ettari di terra pro capite sono inferiori a 0,15 e meno del 5% della popolazione è coinvolta nell'agricoltura. Il punto importante da notare è che l'approvvigionamento idrico non è un vincolo per la produzione agricola in almeno 5 dei paesi considerati. Il Giappone, per esempio, non ha possibilità di usare le risorse idriche di cui dispone per espandere la sua produzione agricola a causa di un limitato terreno arabile. Inoltre, si tratta di un paese altamente urbanizzate e industrializzate che non tornerebbe indietro per specializzarsi nell'agricoltura.

Anche Antonelli et al. (2012) criticano fortemente il concetto di risparmio di acqua attraverso il commercio, in particolare nel caso dell'acqua verde che è intrappolata nel suolo e non può essere destinata ad usi non agricoli. Allo stesso modo è concettualmente problematico suggerire che un paese perda acqua esportando merci che derivano da industrie che generano occupazione e ricchezza. Di fatto, si pretende che i paesi debbano assicurarsi che l'acqua sia allocata in modi che riflettano la sua scarsità senza che l'impronta idrica valuti minimamente il suo costo opportunità.



Wichelns afferma, infine, che confrontare o sommare le impronte idriche dei consumatori in due città non fornisce alcuna informazione utile sulle cause della scarsità o sulle politiche che potrebbero essere attuate per migliorare la gestione delle risorse in entrambe le località. Non c'è alcun fondamento scientifico nel sostenere che i consumatori di un paese siano responsabili dei danni ambientali in un altro, in virtù della loro impronta idrica esterna. Questo perché la responsabilità di un uso ponderato delle risorse naturali è solitamente attribuita ai governi locali o statali. I consumatori di un paese non possono alleviare la scarsità d'acqua o migliorarne la qualità in altri paesi, perché la scarsità si verifica quando la domanda supera l'offerta disponibile sul territorio, mentre la qualità dell'acqua è spesso deteriorata a causa di pratiche di consumo inappropriate all'interno di un paese e c'è poca relazione tra il consumo d'acqua in una regione e la sua scarsità in un'altra. Le stime delle impronte idriche, inoltre, non affrontano le questioni culturali, politiche, legali o economiche che determinano in larga misura il modo in cui l'acqua viene assegnata e utilizzata nella maggior parte dei contesti. L'analisi politica infatti, richiede una considerazione più ponderata di molti input e interazioni che coinvolgono produttori, consumatori e la macroeconomia.

### **3.3 L'impronta idrica non è uguale all'impronta ecologica e di carbonio**

Le impronte idriche non sono analoghe alle impronte di carbonio o ecologiche. L'impronta ecologica è un indicatore che valuta il consumo di risorse naturali da parte dell'uomo rispetto alla capacità della Terra di rigenerarle. In altri termini, misura l'area biologicamente produttiva di mare e di terra necessaria a rigenerare le risorse consumate da una popolazione e ad assimilare i prodotti di scarto. L'impronta permette di stimare quanti "pianeta Terra" servirebbero per sostenere l'umanità, qualora tutti vivessero secondo un determinato stile di vita. La motivazione sotto il calcolo di questo indicatore è che le risorse della terra sono limitate e se le nostre richieste superano la sua capacità produttiva e assimilativa allora la sostenibilità non sarà mai raggiunta. Allo stesso modo, l'impronta di carbonio fornisce una misura universale dell'impatto umano sulla limitata capacità di assorbimento di gas serra da parte dell'atmosfera. L'impronta di carbonio, pur valutando un singolo impatto ambientale, ovvero l'effetto sul cambiamento climatico, fornisce una metrica per confrontare direttamente l'impatto di due prodotti o aziende, che avrà lo stesso peso sull'ambiente indipendentemente dal luogo in cui si trovano: l'anidride carbonica emessa dalle automobili ha lo stesso impatto sull'atmosfera indipendentemente dalla città in cui viene emessa. Una riduzione dell'impronta di carbonio in un qualsiasi paese o città ridurrà la pressione globale sull'atmosfera. Ciò non vale per l'impronta idrica, che prende in considerazione singole produzioni o tipi di acqua e gli impatti

delle attività umane sulla disponibilità d'acqua non sono universali ma variano spazialmente e temporalmente. Questo perché l'utilizzo di acqua nelle varie regioni deve essere confrontato con le disponibilità idriche locali e in alcuni casi impronte idriche elevate potrebbero essere sostenibili e non provocare alcun danno per l'ambiente. Ridurre le impronte in quei contesti non porterebbe alcun guadagno sociale ma solo dei minori mezzi di sostentamento. La disponibilità di acqua, in effetti, è anche soggetta a variazioni stagionali e interannuali in alcuni luoghi, il che significa che l'impatto dell'uso di acqua può variare notevolmente da un mese o da un anno all'altro.

Riassumendo, l'importanza delle tre impronte non deve essere valutata in modo uguale perché l'impronta idrica si concentra su un input di produzione con caratteristiche ambientali localizzate, mentre l'impronta ecologica e di carbonio si concentrano su un output con impatto ambientale globale (Chenoweth, Hadjikakou e Zoumides, 2013).

### **3.4 Critiche agli usi dell'impronta idrica suggeriti dai suoi fondatori**

Gli usi dell'impronta idrica suggeriti dai suoi fondatori sono essenzialmente tre:

#### **1) Uno strumento per aiutare la gestione delle risorse idriche e affrontare la scarsità d'acqua a livello nazionale, regionale o aziendale;**

L'impronta idrica è presentata come uno strumento per lo sviluppo di soluzioni politiche nel settore idrico perché mostra il grado di interdipendenza dei singoli paesi dalle risorse idriche di altri e permette così di valutare la loro sicurezza alimentare nazionale. Può anche aiutare i governi a capire in che misura la dimensione dell'impronta idrica nazionale è dovuta a modelli inefficienti di consumo oppure di produzione e dare priorità ad azioni politiche necessarie per cambiare tali modelli e migliorare l'efficienza idrica nell'economia. Ciò nonostante, è stato obiettato che lo scopo principale del commercio internazionale non è necessariamente quello di ridurre la domanda di fattori produttivi scarsi, quanto di migliorare il reddito e di conseguenza il benessere delle popolazioni, specialmente quando il beneficio netto di tali politiche per l'ambiente o la società locale è incerto o scarsamente giustificato (Wichelns, 2010b).

#### **2) Un mezzo per responsabilizzare il consumatore**

L'impronta idrica a livello di prodotto è stata suggerita anche quale mezzo per responsabilizzare i consumatori, in quanto fornisce informazioni che permettono loro di assumersi la

responsabilità per l'impatto ambientale dei loro consumi. Stando ai suoi sostenitori, responsabilizzando i consumatori finali dei prodotti, si può estendere la gestione dell'acqua oltre i singoli bacini o paesi fornendo uno strumento per superare le inadeguatezze della gestione idrica in alcuni paesi. Tuttavia, l'impronta idrica da sola non fornisce informazioni sulla sostenibilità d'uso dell'acqua: quindi del suo impatto sull'ambiente locale o del grado di scarsità d'acqua nella regione di produzione. Ciò nonostante, diverse aziende hanno tentato di calcolare l'impronta idrica delle loro attività come indicatore da aggiungere a quello dell'impronta di carbonio e che offre la possibilità di rendere l'impatto ambientale delle loro catene di fornitura più trasparente per i consumatori. Per cui, più che responsabilizzare i consumatori sul tema ambientale, il calcolo delle impronte idriche ha focalizzato l'attenzione delle aziende sull'uso dell'acqua nelle loro operazioni (Ridoutt e Pfister, 2010b);

### **3) Un modo per promuovere l'equità nell'uso delle risorse idriche globali;**

Ridoutt e Pfister (2010b) sostengono che i paesi sviluppati, attraverso le loro catene di approvvigionamento, assorbono una quota sproporzionata delle risorse idriche mondiali, quindi proprio come sono stati fissati gli obiettivi di riduzione dei gas serra, così devono essere fissati anche obiettivi di riduzione dell'impronta idrica. A tale scopo, Mekonnen e Hoekstra (2010b) suggeriscono di applicare un canone per la scarsità d'acqua sui prodotti commerciali quale mezzo per affrontare l'ineguaglianza nell'uso delle risorse idriche e permettere di trasferire le esternalità negative ai consumatori finali. Tuttavia, se le persone tagliano il consumo di prodotti ad alta intensità d'acqua nei paesi sviluppati, questa avrà poco impatto sulla scarsità d'acqua in altre regioni. I paesi con un'elevata impronta idrica totale tendono a consumare l'acqua disponibile nei loro stessi territori, mentre molti dei paesi con impronte idriche esterne, come i Paesi Bassi, importano beni a causa della scarsità di terra coltivabile non di risorse idriche locali.

Riguardo la scomposizione nei tre colori dell'impronta idrica, la sua validità scientifica è stata messa in discussione da Gawel e Bernsen (2011b) sulla base del fatto che l'acqua blu e verde non sono necessariamente delle categorie distinte, mentre l'acqua grigia non riflette né un uso consumistico dell'acqua né i costi di trattamento dell'inquinamento, ma indica solo un volume teorico e non effettivamente misurato. Accanto a questo, i tre colori dell'acqua sono incompatibili poiché l'acqua blu e verde sono indicatori di utilizzo delle risorse mentre l'acqua grigia è un indicatore di impatto ambientale.

Dunque, l'utilità di una valutazione dell'impronta idrica è determinata dalla scala spaziotemporale di applicazione. Se lo scopo è un'analisi su larga scala dell'uso di acqua, l'impronta

idrica può fornire qualche intuizione utile attraverso l'aggregazione di enormi quantità di dati in poche cifre. Tuttavia, per un processo decisionale e politico a livello regionale e locale, le impronte idriche hanno un uso limitato perché non includono informazioni critiche quali il costo opportunità delle diverse risorse idriche, le loro dimensioni spaziali e temporali o il contesto socioeconomico e ambientale.

## **Conclusione**

In questo elaborato siamo partiti dalla definizione dei concetti di acqua virtuale e impronta idrica, che abbiamo visto essere scomposta in componenti di acque blu, verdi e grigie. Abbiamo analizzato il consumo idrico dei vari paesi, sia direttamente che indirettamente, analizzando i flussi di acqua virtuale dapprima a livello mondiale e successivamente a livello Europeo. Si è esaminato anche l'efficienza d'uso dell'acqua nel settore alimentare arrivando alla conclusione che l'acqua virtuale fluisce principalmente dai paesi ad alta produttività delle colture verso paesi con bassa produttività, generando un risparmio idrico globale.

Si è cercato di capire, inoltre, se il commercio di acqua virtuale è la soluzione per riequilibrare la distribuzione geologica irregolare delle disponibilità idriche nel mondo e di risolvere in questo modo il problema della scarsità d'acqua presente in molti paesi. Tuttavia, non sempre i paesi che dispongono in abbondanza di questa risorsa naturale ne sono anche i principali esportatori, perché ci sono anche altri fattori importanti da tenere in considerazione, quali la tecnologia o il capitale disponibile, che determinano le strategie di commercio dei vari paesi. Infatti, Wichelns, uno dei più importanti critici del concetto di acqua virtuale ha affermato che le strategie di commercio non devono essere regolate in base al contenuto di acqua incorporata nei beni scambiati. Bensì, in un commercio razionale, la strategia adottata deve massimizzare la somma dei benefici netti di tutti i partner coinvolti e rispecchiare al meglio tutti i fattori produttivi di cui dispongono, non solo l'acqua. Lui va contro la letteratura prevalente e ribadisce che il problema di scarsità idrica è locale e non può essere risolto globalmente.

Abbiamo visto che il consumo di acqua di un paese è correlato positivamente al suo livello di reddito, e i paesi più ricchi consumano molta più acqua dei paesi poveri a causa del loro stile di vita e delle abitudini alimentari. Dovremmo, quindi, contribuire tutti a promuovere il risparmio d'acqua per mantenere la continuità della vita sulla terra. Ma, per responsabilizzare i singoli consumatori, vi è bisogno di una trasparenza sul contenuto di acqua dei singoli prodotti, che oggi è completamente assente. I singoli consumatori, per prendere decisioni razionali di

consumo, hanno bisogno di sapere qual è l'intensità idrica dei singoli prodotti che acquistano e in che modo tale intensità è collegata ai problemi di esaurimento delle risorse idriche o del loro inquinamento. Questo richiede di raccogliere informazioni sull'uso di acqua lungo l'intera catena di produzione e distribuzione, quindi richiede un coinvolgimento attivo di agricoltori, produttori e industrie. Diverse compagnie, tra cui Coca-Cola e Unilever, hanno già iniziato a studiare l'impronta idrica dei loro prodotti, per poi inserirla nei propri rapporti ambientali e renderla trasparente agli stakeholders. Anche il governo deve partecipare attivamente a combattere la scarsità idrica, ad esempio inserendo benchmark di impronta idrica per prodotto, applicando delle imposte sui prodotti più intensi d'acqua per farne diminuire il consumo, nonché sensibilizzare la popolazione sui problemi di scarsità idrica che il nostro pianeta sta affrontando. A questo scopo, gli indicatori di acqua virtuale e impronta idrica sono degli ottimi punti di partenza per la transazione verso un uso sostenibile, equo ed efficiente delle risorse naturali di acqua di cui il nostro pianeta è dotato.

### **Riferimenti Bibliografici:**

Allan J.A, 2011. *Virtual Water: Tackling the Threat to Our Planet's Most Precious Resource*, Bloomsbury Publishing

Antonelli M, Roson R, Sartori M, 2012. Systemic Input-Output computation of Green and Blue Virtual water Flows: an Illustration for the Mediterranean Region. *Water Resources Management*, 26.

Chapagain A.K, Hoekstra A.Y 2008. The global component of freshwater demand and supply: an assessment of virtual water flows between nations as a result of trade in agricultural and industrial products. *Water International*, 33, 19-32.

Chen Z.M, Chen G.Q, 2013. *Virtual water accounting for the globalized world economy: National water footprint and international virtual water trade [online]*. Ecological Indicators, 28, 142-149. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X12002890>  
[Data di accesso: 25/3/2021]

Chenoweth J, Hadjikakou M, Zoumides C, 2013. *Quantifying the human impact on water resources: a critical review of the water footprint concept [online]*. Hydrology and System Sciences. <https://hess.copernicus.org/articles/18/2325/2014/hess-18-2325-2014.pdf> [Data di accesso: 25/4/2021]

De Fraiture C, Cai X, Amarasinghe U, Rosegrant M, Molden D, 2004. *Does International Cereal Trade Save Water? The impact of Virtual water trade on Global water use*. Comprehensive Assessment of water management in agriculture.

Falkenmark M., Rockstrom J, 2009. *Balancing water for humans and nature: the new approach in eco-Hydrology*, Earth-Scan.

Gawel E, Bernsen K, 2013. *What is wrong with virtual water trading? On the limitations of the virtual water concept [online]*. Government and Policy, 31, 168-181.  
<https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1068/c11168> [Data di accesso: 10/04/2021]

Guan D, Hubacek K, 2007. *Assessment of regional trade and virtual water flows in China*. Ecological Economics, Elsevier, 61, 159-170.

Hoekstra A.Y, 2010. *The relation between international trade and freshwater scarcity*. Working Paper of World Trade Organization.

Hoekstra A.Y, Hung P.Q, 2002. *Virtual Water Trade: A quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade*, IHE DELFT.

Hoekstra A.Y, Chapagain A.K, 2006. *Water footprints of nations: water use by people as function of their consumption pattern [online]*. Water Resources Management 21, 35-48.  
[https://waterfootprint.org/media/downloads/Hoekstra\\_and\\_Chapagain\\_2006.pdf](https://waterfootprint.org/media/downloads/Hoekstra_and_Chapagain_2006.pdf)  
[Data di accesso: 20/3/2021]

Hoff, H, Falkenmark M, Gerten D, Gordon L, Karlberg L, Rockström J, 2010. *Greening the global water system [online]*. Journal of Hydrology, 384, 177-186  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022169409003576>

[Data di accesso:18/3/2021]

Mekonnen M.M, Hoekstra A.Y, 2010b. *The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products*. Value of Water Research Report Series, 47, UNESCO-IHE.

Mekonnen M.M, Hoekstra A.Y, 2011. *National water footprint accounts: the green, blue and grey water footprint of production and consumption*. Value of water research report series n. 50, UNESCO-IHE.

Oki T, Kanae S, 2004. Global Hydrological Cycles and World Water Resources. Water science technology, 49, 203-9.

Reimer J.J, 2012. *On the economics of virtual water trade [online]*. Ecological Economics, 75, 135-139. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921800912000134> [Data di accesso: 22/02/2021]

Ridoutt B.G, Pfister S, 2010b. A revised approach to water footprinting to make transparent the impacts of consumption and production on global freshwater scarcity. Global Environmental Change, 20.

Rosegrant et al, 2002. World Water and food to 2025. International Food Policy Research Institute(IFPRI)

Serrano A, Guan D, Duarte R, Paavola J, 2016. Virtual water flows in the EU27: A consumption-based approach [online]. Journal of Industrial Ecology. Disponibile su: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/jiec.12454>.

[Data di accesso: 10/3/2021]

Wichelns D., 2001. *The role of virtual water in efforts to achieve food security and other national goals, with an example from Egypt*. Agricultural Water Management, 49, 131-151

Wichelns D., 2010b. Virtual water: A helpful perspective, but not a sufficient policy criterion. Water Resources Management, 24(10), 2203-2219.

Wichelns D., 2015. *Virtual water and water footprints do not provide helpful insight regarding international trade or water scarcity* [online]. *Ecological Indicators*, 52, 277-283. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X14005895> [Data di accesso: 5/4/2021]

Yang H, Reichert P, Abbaspur K.C, Zehnder A.J.B., 2003. *A water resources threshold and its implications for food security*. *Environmental Science and Technology*, 37(14), 3058-3054.

Yang H, Wang L, Abbaspur K.C, Zehnder A.J.B, 2006. *Virtual water trade: an assessment of water use efficiency in the international food trade*. *Hydrology and Earth System Sciences*. [https://www.dora.lib4ri.ch/eawag/islandora/object/eawag%3A5340/datastream/PDF/Yang-2006-Virtual\\_water\\_trade-%28published\\_version%29.pdf](https://www.dora.lib4ri.ch/eawag/islandora/object/eawag%3A5340/datastream/PDF/Yang-2006-Virtual_water_trade-%28published_version%29.pdf) [Data di accesso: 20/3/2021]

Zehnder et al 2003, *Water issues: the need for actions at different level*, *Aquatic Sciences*, 65.

### **Sitografia:**

<https://www.waterfootprint.org/en/>

<http://www.fao.org/home/en/>