



scienza attiva[®]

EDIZIONE 2015/2016

AGRICOLTURA, ALIMENTAZIONE E SOSTENIBILITA'

Acqua virtuale in Italia e nel Mondo

Stefania Tamea

Politecnico di Torino, DIATI

Documento di livello: C



Un progetto di



agorà scienza
centro interuniversitario



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO



scienza attiva[®]

Globalizzazione di cibo e acqua

La sicurezza alimentare, intesa come capacità della produzione agricola di soddisfare il fabbisogno nutrizionale della popolazione mondiale, è intimamente legata alla disponibilità di acqua, essendo quest'ultima essenziale alla produzione di qualsiasi nutrimento. L'acqua è quindi un elemento di fondamentale importanza per la sopravvivenza e il benessere dell'uomo, non solo in relazione agli usi domestici (bere, lavarsi, cucinare ecc.) ma anche relativamente agli utilizzi in ambito industriale e in agricoltura. Questi ultimi, spesso dimenticati nelle campagne di stampa per il risparmio idrico, rappresentano invece le principali modalità di impiego dell'acqua; in particolare, la produzione di derrate alimentari corrisponde a un consumo, a livello globale, di circa l'80-90% dell'acqua complessivamente impiegata per soddisfare i bisogni antropici (Falkenmark *et al.*, 2004). Il quantitativo di acqua necessario per produrre una prefissata quantità di cibo è detto "contenuto di acqua virtuale", e rappresenta l'ammontare di acqua virtualmente incorporato nel bene, ancorché non fisicamente presente in esso (Allan, 1993). Per esempio, si calcola (Hoekstra e Chapagain, 2008) che servano 1.600 litri di acqua per produrre un chilogrammo di pane e 15.400 litri per un chilogrammo di carne di manzo. Considerando questi volumi, virtualmente contenuti nelle derrate alimentari di cui ci si nutre, un individuo consuma mediamente 2.000 litri di acqua al giorno, circa mille volte il fabbisogno pro capite giornaliero di acqua da bere.

Salvo rare eccezioni, nelle economie tradizionali tipiche del passato, la maggior parte del cibo era prodotto e consumato localmente e non vi erano quindi significativi spostamenti di acqua virtuale. In tali sistemi chiusi agli scambi internazionali di prodotti alimentari, la crescita di popolazione in una data regione geografica era limitata dalla disponibilità locale di risorse idriche, semmai temperata dal grado di efficienza raggiunto nella gestione di tale risorsa. In epoca recente, tuttavia, lo scambio di derrate alimentari nel mercato globale ha permesso alle popolazioni locali di emanciparsi dalla disponibilità di risorse idriche locali, permettendo ad alcune popolazioni di eccedere i limiti di fabbisogno di cibo imposti dall'acqua disponibile in loco (Allan, 1998). Il commercio internazionale permette il trasferimento virtuale di acqua dalle aree di produzione del cibo verso le regioni importatrici e causa una sconnessione tra l'espansione demografica e le risorse naturali localmente disponibili (Carr *et al.*, 2012).

La ricerca scientifica e il dibattito sulle politiche per il commercio di acqua virtuale si sono evolute verso l'idea che, importando acqua virtuale, paesi relativamente poveri di acqua o poco efficienti nel suo uso potrebbero preservare o utilizzare in maniera alternativa le proprie dotazioni idriche (Hoekstra e Chapagain, 2008). Non solo il commercio internazionale comporta una più efficiente allocazione della produzione di beni ad alto contenuto di acqua, ma contribuisce anche a diminuire l'uso della risorsa a livello mondiale. Grazie alla specializzazione produttiva indotta dal commercio, infatti, una parte crescente dei beni ad alto contenuto idrico può essere prodotta nei paesi più efficienti nell'uso dell'acqua ed esportata verso i paesi meno efficienti. In effetti, secondo la maggior parte degli studi sul tema, l'effetto netto del commercio mondiale di acqua virtuale sembra essere quello di ridurre l'uso complessivo di acqua (De Fraiture *et al.*, 2004; Oki e Kanae, 2004; Hoekstra e Chapagain, 2008).

L'evidenza empirica invece, in alcuni casi, collide con la teoria. Lo studio dei flussi di acqua virtuale ha evidenziato per esempio degli intensi scambi da regioni relativamente povere di

acqua verso regioni relativamente ricche: gli esempi più noti al riguardo sono la Cina (Hoekstra e Chapagain, 2008) e l'India (Verma *et al.*, 2009), ma è da notare come la stessa Africa sia, nel suo complesso, un esportatore di acqua virtuale verso l'Italia, nonostante le limitate disponibilità idriche di molti paesi africani. Questo risultato è spiegabile col fatto che il costo dell'acqua rappresenta solo una piccola parte dei costi di produzione, unitamente al fatto che l'acqua non viene normalmente scambiata a prezzi di mercato (Hoekstra e Chapagain, 2008). Questa situazione è origine di varie "esternalità", cioè situazioni nelle quali il valore dei beni scambiati non tiene conto di tutti i costi effettivi connessi alla loro produzione e in queste circostanze si può determinare un uso della risorsa idrica che risulta non congruente con la sua disponibilità. L'assenza di un sistema di regole appropriato e condiviso per la definizione del valore economico della risorsa idrica porta alla difficoltà di valutare il possibile sovrasfruttamento di tale risorsa in contesti fragili dal punto di vista socioeconomico e ambientale.

Tale fenomeno rischia di essere esacerbato dalla pressione demografica globale, che comporta una domanda crescente di risorsa idrica, il cui controllo assume un ruolo chiave ai fini della sicurezza alimentare e del benessere collettivo (Rosegrant *et al.*, 2002; World Economic Forum, 2011; Hoekstra e Mekonnen, 2012). Scienziati, politici e decisori stanno maturando una crescente consapevolezza che lo sviluppo di strategie idonee a garantire il soddisfacimento delle esigenze idriche degli ecosistemi, da un lato, e della popolazione mondiale dall'altro, rappresenti una delle principali sfide ambientali del nuovo millennio (Falkenmark e Rockstrom, 2006; Hanjra e Qureshi, 2010; Vörösmarty, 2010). In questa sfida la comprensione del processo di globalizzazione dell'acqua (Hoekstra e Chapagain, 2008) generato dagli scambi di acqua virtuale contenuta nelle derrate alimentari (e di altri beni come le fibre alimentari e i prodotti industriali) rappresenta un elemento chiave.

Inoltre, sebbene il problema sia intrinsecamente globale, data l'estensione del commercio di derrate alimentari, le implicazioni su sui singoli paesi possono avere connotazioni molto differenti e di notevole interesse. L'Italia rappresenta un caso emblematico di elevato consumo di acqua virtuale e di dipendenza dalle importazioni di cibo. Il nostro paese risulta infatti essere tra i primi al mondo per importazione netta di acqua virtuale, a fronte di un elevato consumo pro capite e di una continua contrazione della superficie nazionale dedicata alla produzione agricola. Le contraddizioni locali derivanti dal modello globale di approvvigionamento di cibo sono il tema trattato in questo contributo, con particolare riferimento al caso dell'Italia.

Fonti e contesto generale

Prima di addentrarsi nell'analisi del caso italiano è utile ricordare l'origine dei dati utilizzati e soffermarsi brevemente su quanto è accaduto negli ultimi decenni, dal punto di vista dell'acqua virtuale, a livello globale. Ciò al fine, da un lato, di richiamare l'attenzione sulla complessità dei dati da cui discendono tutte le analisi successive e, dall'altro lato, di contestualizzare quanto si osserverà per il caso italiano.

Lo scopo ultimo delle analisi che riporteremo nel seguito consiste nel ricostruire, alla scala del singolo paese o alla scala globale, i termini del bilancio dell'acqua virtuale, ossia i volumi di acqua virtuale complessivamente legati alla produzione, al consumo, all'importazione e all'esportazione. Tre tipologie di dati sono necessari per ricavare tali volumi di acqua

virtuale. La prima tipologia riguarda il commercio mondiale dei beni i cui dati sono disponibili con cadenza annuale per diverse centinaia di prodotti e riferiti all'importazione ed esportazione di ciascuna nazione. La seconda tipologia si riferisce invece alla produzione interna degli stessi beni; anche in questo caso sono disponibili le quantità prodotte in ogni paese e in ogni anno. La terza tipologia di dati descrive infine il volume d'acqua virtuale contenuto nell'unità di misura di ciascun bene (per esempio in una tonnellata di grano o di latte) per ciascun paese considerato. Questo dettaglio è necessario perché il contenuto di acqua virtuale dipende da molti fattori, quali il clima, le caratteristiche dei suoli, le tecniche agricole adottate e le infrastrutture irrigue presenti nelle regioni di produzione. Inoltre, è necessario conoscere sia la provenienza dell'acqua utilizzata per la produzione del bene, al fine di differenziare le cosiddette *green* (cioè l'acqua piovana) e *blue water* (cioè l'acqua di irrigazione), sia il carico di inquinanti coinvolto nella produzione del bene, per stimare la sua *grey water* (ossia l'acqua necessaria per mantenere la concentrazione di fertilizzanti e pesticidi al di sotto di limiti di legge). Si comprende quindi facilmente che la valutazione del contenuto idrico di un bene sia un'operazione alquanto delicata. Ciò spiega perché questo tipo di dati sia continuamente aggiornato e affinato, man mano che il quadro dell'uso locale delle risorse idriche diviene più preciso.

Una volta note queste tre tipologie di dati è possibile convertire il peso di ciascun bene, sia esso prodotto, esportato o importato, nel suo corrispondente contenuto di acqua e, pertanto, ricostruire i flussi globali di acqua virtuale e i relativi bilanci per ciascun paese, da cui poi si ottiene la corrispondente impronta idrica (Hoekstra e Mekonnen, 2012). La banca dati maggiormente utilizzata (e alla quale anche noi faremo riferimento) è quella gestita e messa a disposizione dalla FAO (Organizzazione delle Nazioni Unite per l'alimentazione e l'agricoltura, www.fao.org). In particolare, essa fornisce informazioni su 309 prodotti di origine agricola censiti lungo il periodo 1986-2010. Tale orizzonte temporale, a parte casi in cui si riportino risultati di letteratura, sarà quello considerato nelle analisi riportate di seguito.

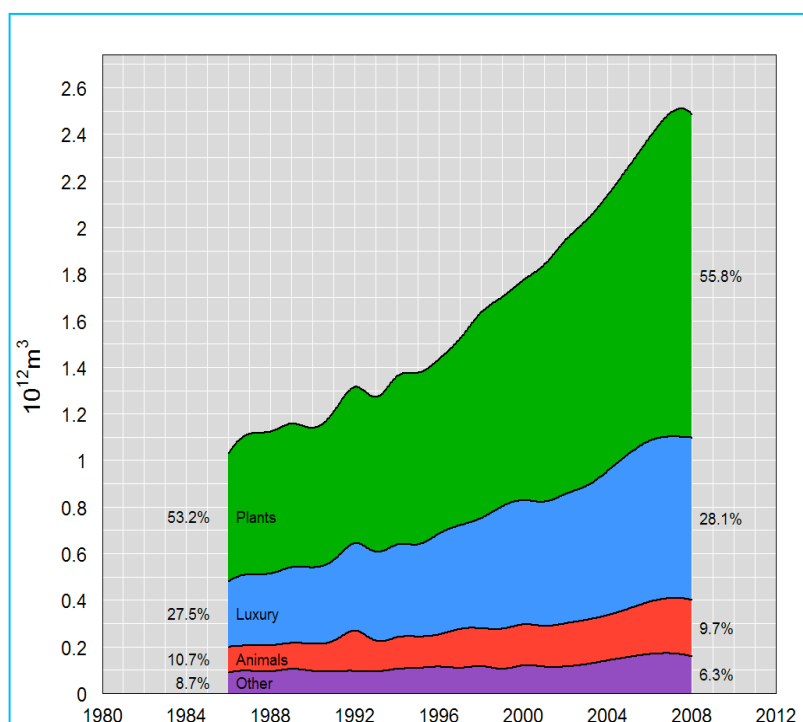


Figura 1 Andamento temporale dei volumi di acqua virtuale scambiati tra diverse nazioni suddiviso nelle categorie principali: beni di origine vegetale (Plants), beni voluttuari (Luxury), beni di origine animale (Animals) e beni non commestibili (Other) (fonte: Carr et al., 2013)

Nell'analizzare la storia recente degli scambi di acqua virtuale ci aiutiamo con alcune figure che rendono immediato cogliere alcuni degli aspetti salienti. L'andamento nel tempo dei volumi scambiati tra tutti i paesi del mondo (*figura 1*) evidenzia sia i grandi volumi di acqua scambiati, dell'ordine delle migliaia di chilometri cubi, sia la loro forte crescita in questi ultimi decenni. Per apprezzare l'entità dei volumi, si tenga conto che nel 2008 essi corrispondono a circa 50 volte il volume d'acqua che il Po fa defluire annualmente nel mare Adriatico, oppure a circa 70 volte il volume d'acqua racchiuso nel Lago Maggiore. Anche l'incremento temporale è stupefacente, testimoniato dal raddoppio dei volumi nell'arco di 23 anni. Poiché nel medesimo periodo la popolazione mondiale non è aumentata di pari passo, se ne trae che i volumi medi pro capite di acqua virtuale scambiata sono nettamente cresciuti, passando infatti da circa 210 a 320 m³/anno. La medesima figura riporta anche il contributo di diverse macro-categorie di prodotti, da cui si ricava che oltre la metà dell'acqua virtuale è scambiata mediante prodotti vegetali fondamentali per l'alimentazione (quali i cereali), poco più del 28% riguarda beni agricoli non essenziali per la nutrizione (per esempio caffè, cacao ecc.), mentre poco meno del 10% riguarda le carni e i prodotti di origine animale. Si noti al riguardo che, pur rimanendo le diverse percentuali sostanzialmente immutate lungo il corso degli anni, la quota relativa alle carni tende lievemente a ridursi.

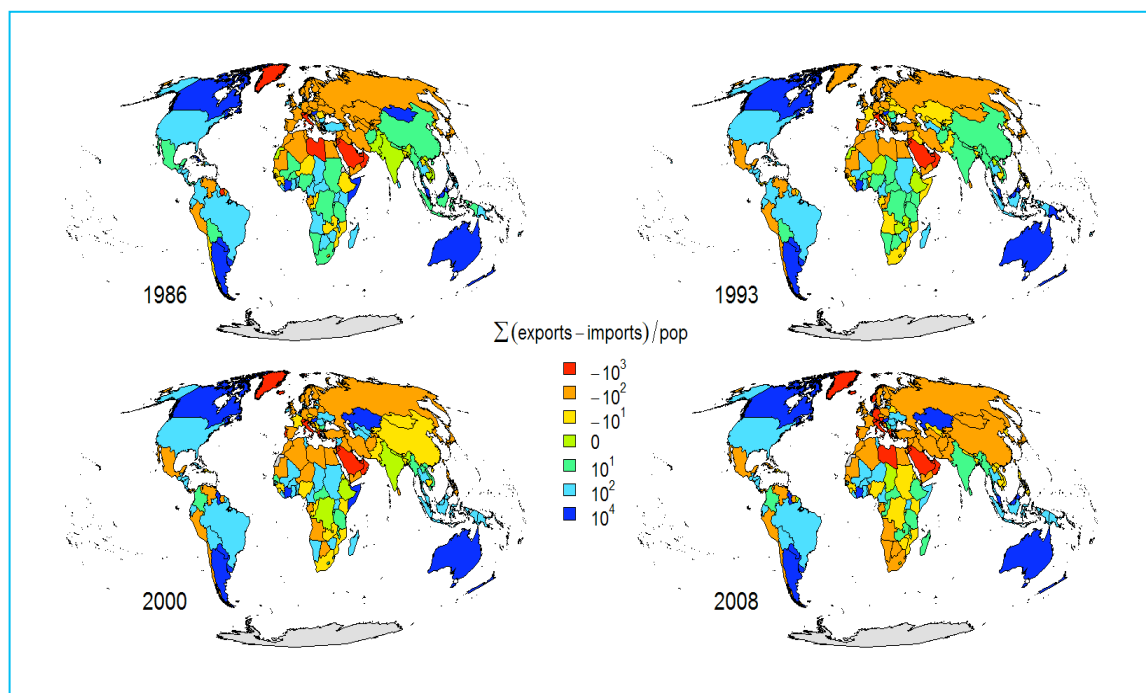


Figura 2 Distribuzione geografica dei paesi con import e export netto di acqua virtuale, con paesi colorati in funzione della differenza tra export ed import pro capite, in m³/pp/anno (fonte: Carr et al., 2013.)

La *figura 2* illustra come si sia evoluta nel tempo la geografia dei flussi netti di acqua virtuale per ciascun paese. Il dato fondamentale che se ne ricava è che i forti esportatori sono pochi e sono rimasti sostanzialmente sempre i medesimi (Canada, USA, Australia, Argentina, Brasile, Indonesia ecc.), con la comparsa dell'Ucraina nell'ultimo decennio, mentre la maggior parte dei paesi sono importatori netti; tra questi spiccano i paesi mediterranei e, più in generale, quelli europei. La superficie elevata di alcuni paesi esportatori netti (per esempio Canada e Australia) non inganni circa il fatto che solo una minoranza della popolazione mondiale detiene flussi netti positivi in esportazione: si tratta di circa il 6-8% della popolazione mondiale e tale percentuale è rimasta sempre circa costante nel tempo. Un'attenta analisi della *figura 2* porta a fare altre osservazioni: per i loro ovvi pesi demografici, merita soprattutto notare la Cina, che progressivamente è divenuta sempre più importatrice di acqua virtuale, e l'India, per la quale importazione ed esportazioni tendono a bilanciarsi, a prezzo però di forti sovrasfruttamenti delle riserve di *blue water* (falde acquifere). Si noti inoltre l'Africa che, pur presentando una varietà di situazioni, sta tendendo sempre più a divenire un continente importatore.

Se si osserva che ogni bene scambiato tra due paesi corrisponde a un flusso di acqua virtuale è facile immaginare come gli scambi di acqua virtuale disegnino una rete globale certamente molto complicata. Prova ne è il suo alto numero di connessioni, circa 15.700, a fronte di un numero di nodi (ossia di paesi) pari a circa 200. È interessante notare la forte espansione degli scambi anche da questo punto di vista e la *figura 3* ne dà un'idea. Essa dà conto di quanto un singolo paese sia connesso con i restanti attraverso la rete di acqua virtuale: si riporta infatti in tale figura il numero di connessioni attive di ogni paese in un dato anno. A colpo d'occhio si ricava immediatamente come il grado di connessione sia fortemente cresciuto nel tempo e anche numerosi paesi che inizialmente erano molto marginalizzati (si guardi in particolare all'Africa) comincino a essere più connessi. La crescita del numero di connessioni non deve però far pensare a una crescita della rete per accumulazione, ossia una rete in cui ogni volta si aggiungono nuovi legami senza mai cambiare quelli preesistenti. Al contrario, la rete mostra una elevata plasticità, ossia molte delle connessioni esistenti in un anno scompaiono in altri anni, mentre altre di nuove emergono.

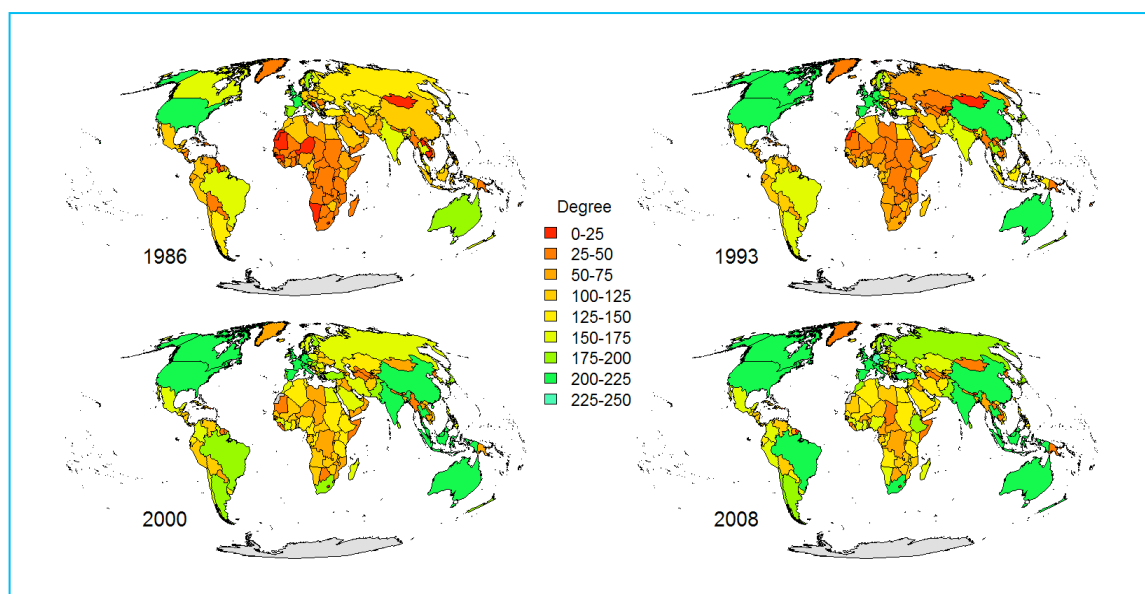


Figura 3 Geografia del numero di connessioni alla rete globale dell'acqua virtuale. Il termine *degree* indica il numero di partner commerciali e il colore dal rosso al verde indica un numero crescente di connessioni (fonte: Carr *et al.*, 2013).

Quanto riportato più sopra dimostra inequivocabilmente che gli scambi internazionali di acqua virtuale stanno diventando sempre più significativi nel bilancio idrico delle singole nazioni, rendendo la gestione delle risorse idriche un tema sempre meno locale e sempre più globale.

Il caso dell'Italia

L'Italia rappresenta un caso emblematico di elevato consumo di acqua virtuale e di grande dipendenza dalle importazioni di cibo, tanto da essere tra i primi paesi al mondo per importazione netta di acqua virtuale. Risulta quindi interessante analizzare il bilancio dei flussi di acqua virtuale del paese e la loro composizione in relazione alle categorie di beni agroalimentari che li generano. Inoltre, sarà possibile delineare la geografia dei flussi di acqua virtuale e la globalizzazione di questo bene descrivendo la rete degli scambi internazionali che hanno origine o destinazione in Italia.

Il bilancio di acqua virtuale

Nel 2010 l'Italia ha scambiato quasi 130 km³ di acqua virtuale con l'estero, importandone 91,4 km³ ed esportandone 36,8 km³, a fronte di un utilizzo per la produzione agricola locale di 65,9 km³. Il rapporto tra i volumi scambiati e quelli utilizzati in loco è quindi di poco inferiore a due, a dimostrazione di una intensa attività commerciale associata a una meno rilevante attività produttiva. Quella presentata non è una peculiarità dell'anno 2010: il rapporto tra volumi scambiati e utilizzati in loco è andato infatti incrementandosi negli ultimi 25 anni, a partire da un valore inferiore a uno nel 1986. Un quadro più completo della situazione è riportato in *figura 4*, che mostra i volumi annui di acqua virtuale importati ed esportati dall'Italia nel periodo 1986-2010, insieme al volume consumato dalla popolazione e a quello utilizzato per la produzione interna di beni agroalimentari.

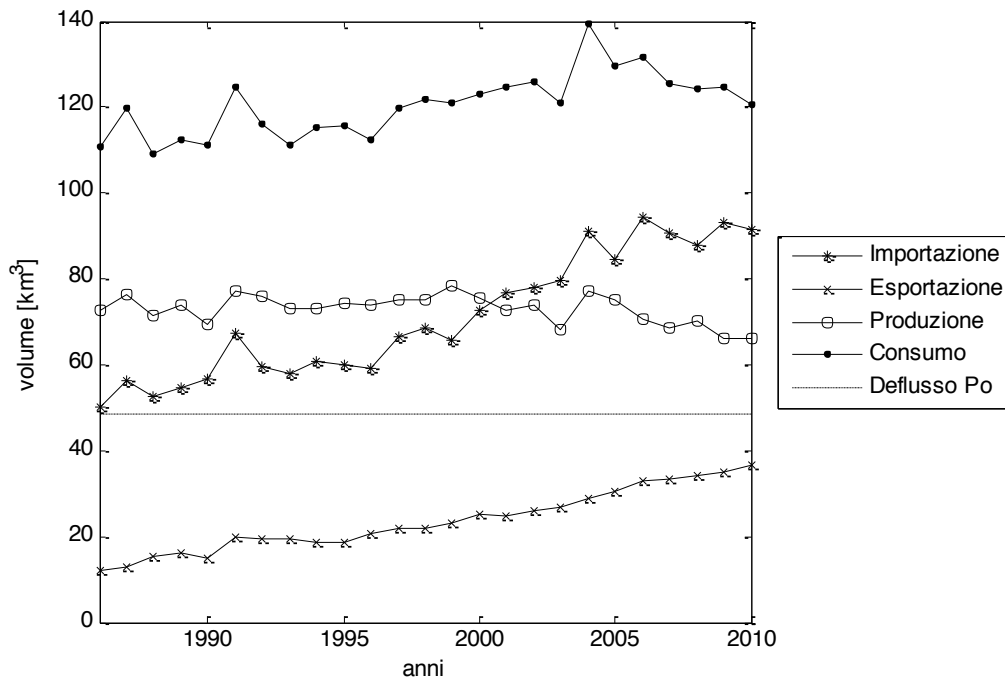


Figura 4 Volumi di acqua virtuale importati, esportati, consumati e utilizzati per la produzione agricola in Italia, a confronto con il deflusso totale annuo del fiume Po alla foce (1986-2010) (fonte: autori).

Si osserva che i volumi di acqua virtuale scambiati con l'estero sono significativamente aumentati negli ultimi decenni. L'aumento dell'esportazione è stato continuo e regolare nel tempo e il volume scambiato è triplicato nei 25 anni considerati. L'importazione è cresciuta anch'essa in modo marcato ma con alcune fluttuazioni negli anni più recenti, totalizzando un incremento dell'80%. Nel lasso di tempo considerato, l'Italia ha sensibilmente aumentato la sua dipendenza dal mercato internazionale, tanto che l'importazione ha superato il volume utilizzato per la produzione interna, fino quasi a raggiungere –la sola importazione– il volume di acqua virtuale consumato dalla popolazione italiana.

L'acqua virtuale utilizzata per la produzione agroalimentare è rimasta quasi costante nel tempo, con una lieve tendenza alla diminuzione. Tale comportamento è frutto di tre fattori concomitanti: da un lato la superficie coltivata in Italia si è ridotta di più del 20% nel periodo 1986-2010 (da 127.000 a 97.000 ettari, secondo i dati FAOSTAT); dall'altro lato è aumentata la resa delle colture (produzione agricola per unità di superficie), e da ultimo si è assistito in alcuni casi a una transizione a colture che richiedono maggiori apporti di acqua. Il risultato di questi tre fattori è, come detto, una diminuzione di lieve entità dei volumi di acqua usati in agricoltura. Ancora con riferimento alla *figura 4*, è interessante notare che l'acqua virtuale associata al consumo interno, ottenuta per differenza tra l'importazione netta (import meno export) e l'uso nella produzione, nei 25 anni considerati mostra un andamento crescente, in buona misura attribuibile al contemporaneo incremento della popolazione italiana.

Confrontando i volumi di acqua virtuale con il deflusso totale annuo del più grande fiume italiano, il Po (pari a $1.540 \text{ m}^3/\text{s}$ o $48,6 \text{ km}^3/\text{anno}$), si può affermare che nel 2010 l'Italia ha impiegato per la produzione alimentare un volume di acqua che è circa 1,5 volte il volume

annuale riversato nel mare Adriatico dal fiume Po, mentre nel 2010 l'importazione italiana di acqua virtuale è stata quasi il doppio del deflusso totale annuo del Po. Per integrare e meglio comprendere il confronto dei flussi di acqua virtuale con il fiume Po, si consideri che il bacino idrografico del Po alla foce copre quasi un quarto della superficie di tutta l'Italia, e che $48,6 \text{ km}^3/\text{anno}$ di acqua corrispondono a quasi la metà del deflusso totale teoricamente disponibile in tutti i fiumi italiani, valutato in $104 \text{ km}^3/\text{anno}$ circa. Questo valore complessivo è stato stimato con un modello semplificato che, attraverso una relazione globale tra afflussi e deflussi, fornisce una stima della risorsa idrica superficiale complessivamente disponibile sulla superficie italiana. Il modello si basa su una regressione multipla che utilizza le precipitazioni e l'indice di Budyko (il rapporto tra evapotraspirazione potenziale e precipitazione media annua) come variabili esplicative dei deflussi e si basa su circa 300 bacini idrografici considerati nel progetto CUBIST (progetto finanziato dal MIUR, www.cubist.polito.it) che coprono quasi uniformemente il territorio italiano. Applicando il modello di regressione in modo distribuito sul territorio italiano, si ottiene che il deflusso medio annuo è di 352 mm (ovvero 104 km^3), a fronte di una precipitazione media annua pari a 848 mm (ovvero 252 km^3). Sulla base di queste considerazioni, i circa 90 km^3 di acqua importati da Italia ogni anno si dimostrano una cifra estremamente rilevante, che suscita forti perplessità sulla sostenibilità di lungo termine del consumo idrico italiano.

Analisi per categorie

Finora si sono considerati i flussi di acqua virtuale indipendentemente dai beni agroalimentari a cui sono associati. Tuttavia, aspetti interessanti emergono se si prendono in considerazione le tipologie di prodotti che implicano scambi di acqua virtuale. A questo scopo, sono state individuate quattro categorie entro cui ricadono i prodotti scambiati dall'Italia con gli altri paesi; le categorie sono (si veda Carr *et al.*, 2013): i beni essenziali di origine vegetale, i beni di origine animale, i beni voluttuari (come caffè, cacao, spezie...) e i prodotti non commestibili (come le fibre naturali). I principali risultati di questa analisi sono riportati nella *figura 5*, che mostra l'evoluzione temporale dei volumi di acqua virtuale associati a ogni categoria nel periodo 1986-2010.

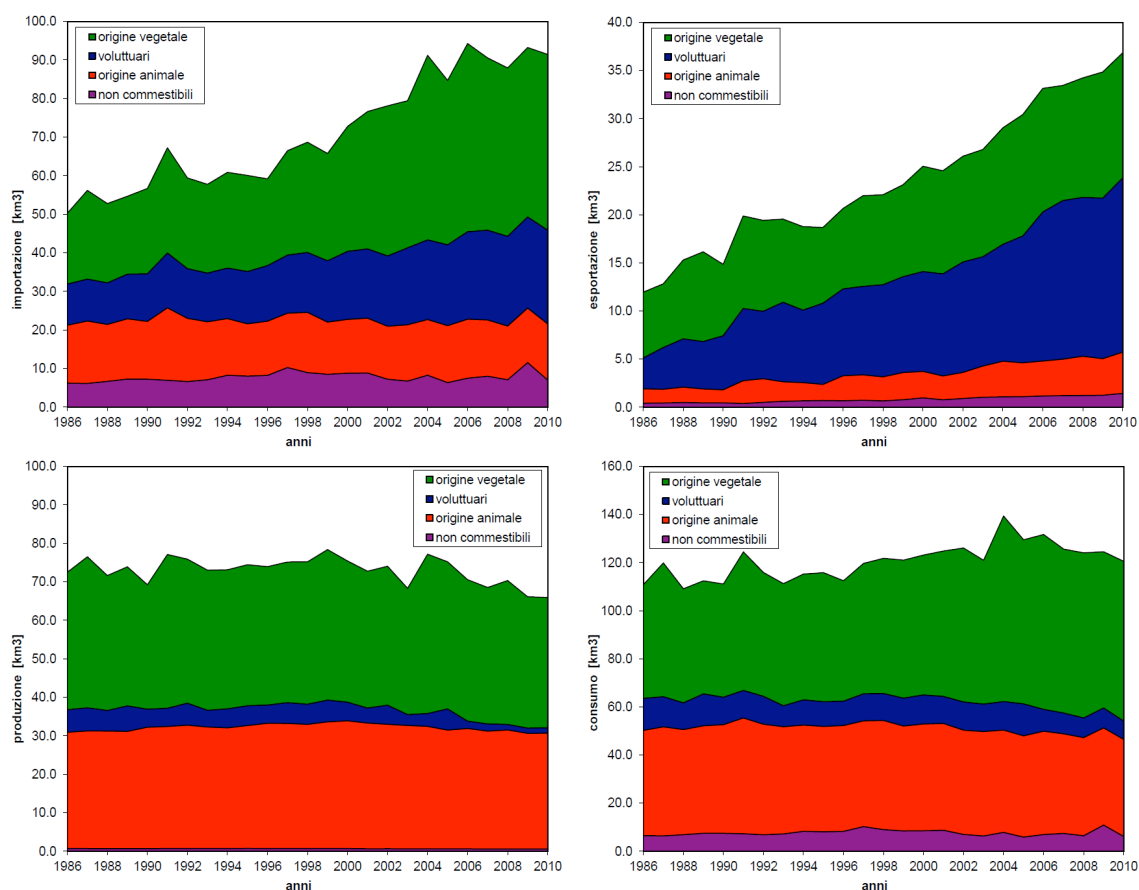


Figura 5 Volumi complessivi di acqua virtuale associati alle diverse categorie di beni importati, esportati, prodotti e consumati nel periodo 1986-2010 in Italia (fonte: autori).

Alcune caratteristiche generali sono evidenti: in primo luogo, i prodotti di origine vegetale rappresentano la componente principale delle importazioni di acqua virtuale in tutto il periodo di studio, fino a coprire il 50% dell'intero volume importato nel 2010. Al contrario, l'importazione di prodotti di origine animale è rimasta stabile, nonostante il notevole incremento dell'importazione complessiva, che porta a una riduzione della percentuale di importazioni animali, forse in risposta a modifiche nelle tendenze commerciali e alimentari. Negli ultimi anni, il secondo maggior contributo alle importazioni di acqua virtuale è stato associato ai beni voluttuari, che hanno mostrato un aumento significativo: dal 21 al 26% del totale delle importazioni.

Per quanto riguarda l'esportazione ci sono alcune differenze strutturali rispetto all'importazione: i prodotti vegetali dominavano le esportazioni di acqua virtuale all'inizio del periodo di studio e nel tempo hanno incrementato solo lievemente i propri volumi; i prodotti voluttuari sono diventati prevalenti, fino a raggiungere circa il 50% delle esportazioni. L'importanza di questa categoria testimonia l'esistenza in Italia di una rilevante industria alimentare di trasformazione (per esempio, vino, caffè, pasta e prodotti da forno). I prodotti animali o non alimentari sono una componente minore nelle esportazioni italiane di acqua virtuale rispetto ai prodotti vegetali e voluttuari, e presentano una debole tendenza alla crescita.

Infine, l'impiego di acqua virtuale nella produzione interna riguarda principalmente i beni di origine vegetale e animale, che hanno mantenuto volumi circa costanti nel tempo, mentre i

beni voluttuari hanno subito una recente contrazione. L'uso di acqua per la produzione di beni non commestibili è modesto, a fronte di un consumo di 7-8 km³ l'anno che viene soddisfatto con le importazioni. Nei consumi si nota un significativo incremento dell'acqua virtuale associata ai beni vegetali, passata da 47 a 66 km³, mentre le altre categorie sono rimaste pressoché costanti nel tempo.

La rete degli scambi internazionali

Una rappresentazione geografica del flusso di acqua virtuale che si origina o che termina in Italia si può delineare rappresentando su una mappa i volumi scambiati con gli altri paesi. Concentrandosi inizialmente sui flussi associati alle importazioni, i volumi importati dall'Italia da ciascun paese in un anno sono rappresentati come rami fluviali con origine in ogni paese di provenienza delle merci importate; tutti i rami sono poi collegati in un reticolo idrografico che raggruppa i contributi fino ad avere un unico flusso diretto verso il paese importatore. Una rappresentazione di questo "fiume virtuale" è data in *figura 6* per l'anno 2010, dove spessori e colori delle linee indicano l'ordine di grandezza dei flussi. Per una valutazione di dettaglio dei flussi di acqua virtuale si riportano in *tabella 1* i volumi importati ed esportati nel 1986 e nel 2010.

Nel 2010 l'Italia ha importato 91,4 km³ di acqua virtuale da tutti i continenti, ma principalmente dall'Europa, come testimoniato dallo spessore della linea che raggruppa i contributi europei in *figura 6*. Il flusso totale di acqua virtuale importato dall'Italia è aumentato dell'82% dal 1986 (quando era di soli 50,3 km³) ma l'evoluzione temporale non è stata omogenea in tutte le regioni del mondo. Per esempio, il Nord America – che include anche l'America Centrale – è l'unica regione ad aver diminuito il proprio contributo di acqua virtuale (-28%), mentre il flusso dal Sud America e dall'Asia è più che raddoppiato. Invece, il flusso delle importazioni dall'Africa e dall'Oceania ha subito un incremento inferiore alla crescita media nel periodo di studio.

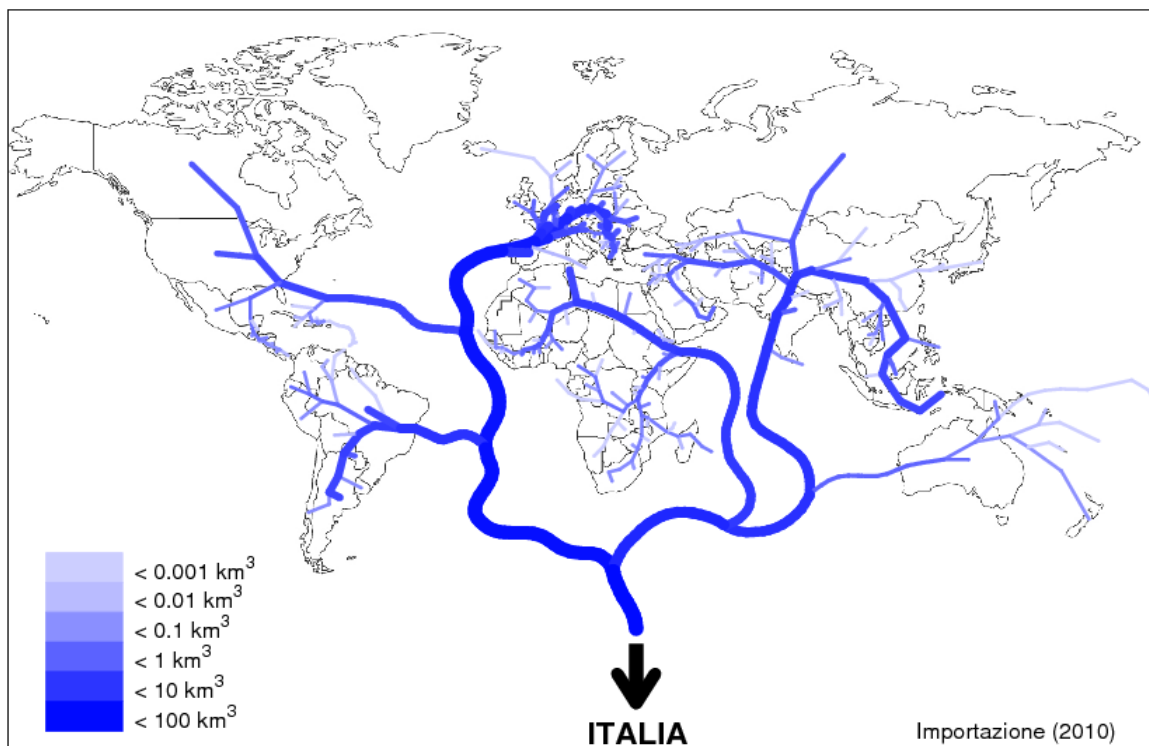


Figura 6 Il fiume di acqua virtuale che scorre verso l'Italia: spessore e colore delle linee indicano i flussi di importazione dell'Italia nel 2010 (fonte: Tamea *et al.*, 2012).

Per quanto riguarda l'esportazione di acqua virtuale dall'Italia verso il resto del mondo, questa è stata di 36,8 km³ nel 2010, con oltre il 70% di questo flusso diretto verso i paesi europei. L'evoluzione nel tempo dei volumi esportati è stata ancora più marcata che per l'importazione: il flusso complessivo nel 1986 era pari a un terzo del flusso nel 2010. Anche in questo caso, le variazioni delle diverse regioni del mondo non sono state omogenee: Africa e Sud America hanno diminuito le importazioni di acqua virtuale (-45 e -24% rispettivamente), mentre gli altri continenti hanno più che triplicato i flussi. In particolare, l'esportazione verso i paesi europei è quadruplicata, passando da 6,7 a 26,5 km³; tale incremento risente dell'ampliamento e rafforzamento del mercato unico europeo avvenuto nel corso del periodo considerato.

	IMPORT				EXPORT			
	1986		2010		1986		2010	
Europa	28,2	56%*	54,6	60%	6,7	56%	26,5	72%
Asia	4,5	9%	11,7	13%	1,2	10%	5,0	13%
Africa	5,9	12%	8,2	9%	2,7	23%	1,5	4%
Nord America	6,6	13%	4,8	5%	0,9	7%	3,0	8%
Sud America	4,5	9%	11,4	12%	0,4	4%	0,3	0,9%
Oceania	0,58	1,2%	0,87	1,0%	0,06	0,5%	0,55	1,5%
TOTALE	50,3	100%	91,4	100%	12,0	100%	36,8	100%

Tabella 1 Valori di import ed export italiani di acqua virtuale nel 1986 e nel 2010 raggruppati per continenti (km³/anno). Le percentuali sono calcolate rispetto al totale nell'ultima riga (fonte: Tamea *et al.*, 2012).

Combinando i volumi importati ed esportati dall'Italia in relazione a ciascun paese in un anno, si può valutare il flusso di importazione netta (import meno export). Riprendendo la rappresentazione geografica della *figura 6* si può quindi costruire il fiume virtuale netto, dove il segno positivo o negativo dei flussi è identificato dal colore (*figura 7*). Si vede come il flusso netto da tutti i continenti sia positivo, ovvero l'importazione italiana di acqua virtuale superi l'esportazione, ma che ci siano importanti flussi negativi (ossia, l'esportazione domina) verso singoli paesi come gli Stati Uniti, l'Inghilterra, i paesi nord-europei, la Cina e il Giappone, dove lo spessore delle linee rivela il notevole volume di acqua virtuale esportato.

Negli anni compresi tra il 1986 e il 2010 c'è stata una evoluzione di questo schema di importazioni ed esportazioni. La struttura della rete ha subito solo piccole modifiche, con un lieve aumento del numero di paesi fornitori e un più cospicuo aumento di quelli verso cui si esporta. Alcune modifiche sono state causate dai cambiamenti politico/amministrativi in paesi come l'ex Unione Sovietica e la ex Jugoslavia, mentre altri collegamenti – per esempio con le isole remote dell'Oceano Pacifico – sono stati intermittenti. Le variazioni più marcate rispetto al 1986 includono la significativa diminuzione di import netto da (ovvero l'aumento delle esportazioni italiane verso) Stati Uniti, Cina, Giappone, Oceania, i paesi dell'Africa

meridionale e dell'Europa (anche se il flusso netto europeo è aumentato nel tempo, ovvero le importazioni sono cresciute più dell'esportazione).

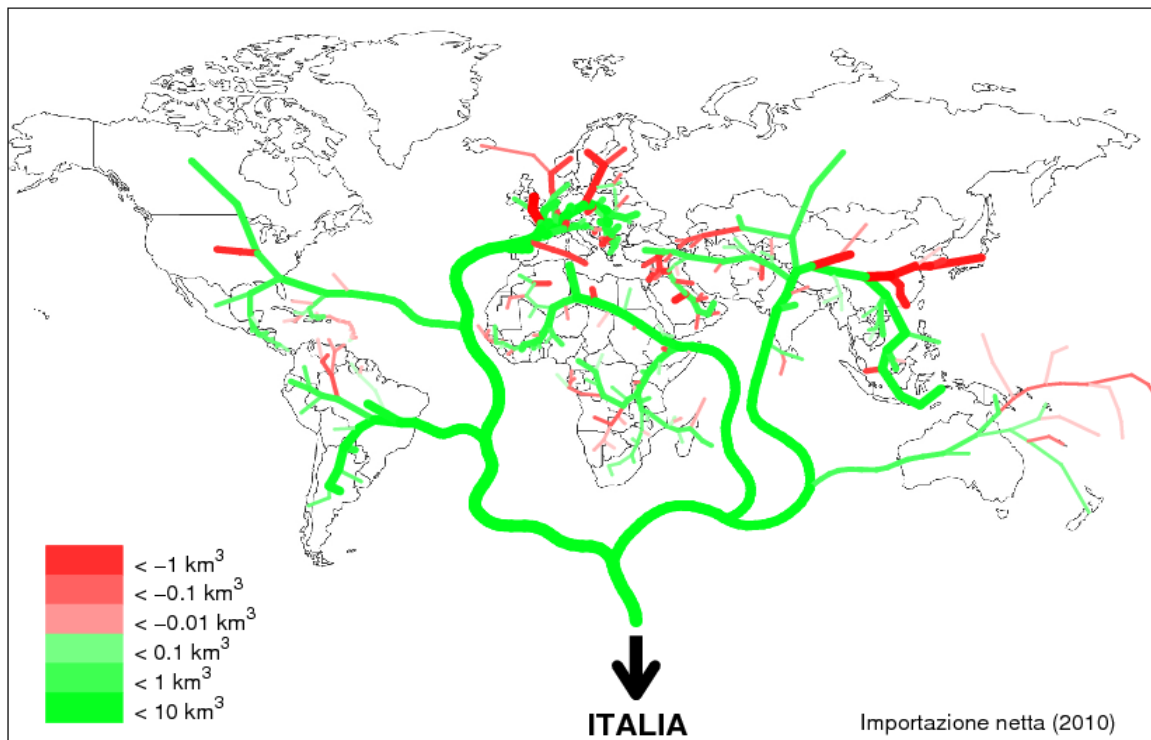


Figura 7 Flussi di importazione netta (import-export) nel 2010. Spessore e colore delle linee indicano i flussi netti verso l'Italia (in verde) e dall'Italia (in rosso) (fonte: autori).

Si riportano in *figura 8* i flussi di importazione e di importazione netta relativi alla sola area europea e mediterranea, per evidenziare i contributi dei paesi geograficamente più vicini all'Italia. Si nota che le maggiori importazioni di acqua virtuale in ambito europeo provengono da Francia, Spagna e Germania e che flussi di esportazione netta interessano paesi come l'Inghilterra e i paesi nordici. Nell'area mediterranea, la Turchia e soprattutto la Tunisia spostano verso l'Italia grandi volumi di acqua virtuale, confrontabili con i maggiori paesi europei, e spiegabili con gli intensi scambi commerciali e con l'elevato contenuto idrico dei prodotti scambiati.

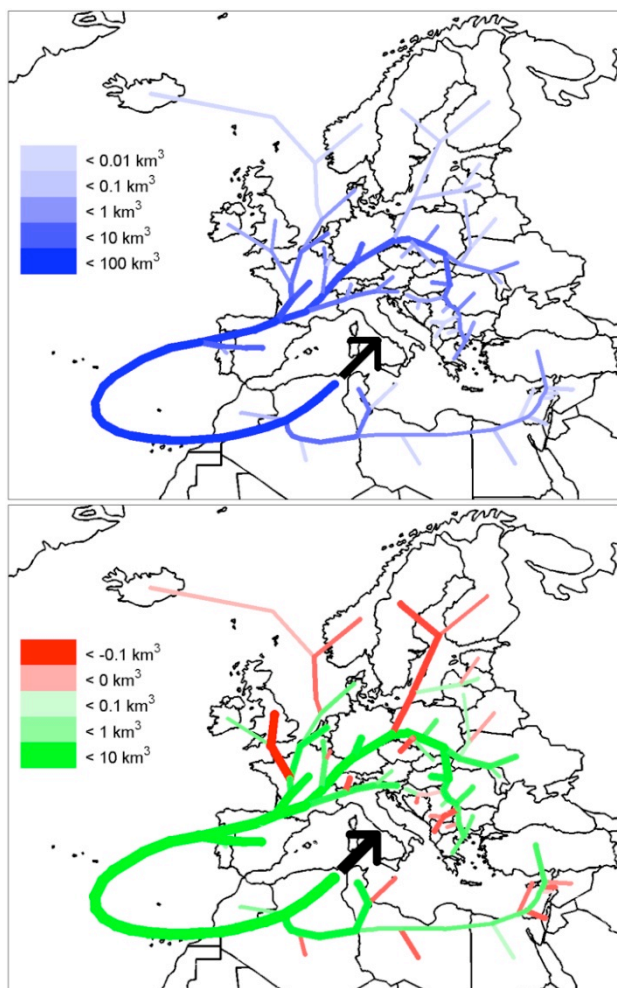


Figura 8 Contributo dei paesi europei e mediterranei all'importazione (*sinistra*) e all'importazione netta (*destra*) dell'Italia nel 2010 (fonte: autori).

Se si considerano i flussi scambiati dall'Italia con alcuni paesi di particolare interesse (*tabella 2*), la Francia rimane il partner preferito per le importazioni italiane, anche se l'aumento nel tempo del flusso importato è più debole rispetto alla media mondiale (21 contro 82% medio). Gli Stati Uniti stanno riducendo il loro contributo nelle importazioni italiane mentre, al contrario, il Brasile sta assumendo un ruolo di primo piano, con tassi di crescita elevati negli ultimi anni. Per quanto riguarda l'esportazione, Germania e Francia sono i partner principali, con la Germania che negli ultimi anni ha triplicato il proprio contributo. L'Italia ha fortemente aumentato la sua esportazione di acqua virtuale negli Stati Uniti, con un flusso totale (1,98 km³ nel 2010) che supera il flusso importato corrispondente (confermato in *figura 7*). L'Italia ha anche aumentato in maniera rilevante la sua penetrazione nel mercato cinese, mentre i flussi verso il Brasile sono drasticamente diminuiti nel periodo considerato.

	IMPORT		IMPORT		EXPORT		EXPORT	
	1986		2010		1986		2010	
Brasile	2,37	# 5*	4,37	# 4	0,40	# 8	0,13	# 39
Cina	0,47	# 26	0,21	# 49	0,05	# 32	0,80	# 13
Francia	8,94	# 1	10,82	# 1	1,96	# 1	5,23	# 2
Germania	3,70	# 4	9,02	# 3	1,63	# 2	5,44	# 1
Stati Uniti	4,89	# 2	1,98	# 12	0,74	# 4	2,19	# 3

Tabella 2 I valori di importazione (verso l'Italia) ed esportazione (dall'Italia) di acqua virtuale nel 1986 e nel 2010 di alcuni paesi (km³/anno). In corsivo le posizioni di ciascun paese nella graduatoria per i volumi scambiati con l'Italia (fonte: Tamea *et al.*, 2012).

Infine, per rendere più generale il confronto tra l'Italia e gli altri paesi del mondo, è utile considerare i flussi netti di acqua virtuale scambiati da tutti i paesi durante il 1986 e il 2010. Ordinando i paesi per importazioni nette decrescenti si scopre che l'Italia occupava il 3° posto nel 1986 e il 5° posto nel 2010, a conferma del fatto che l'Italia è tra i maggiori importatori mondiali netti di acqua virtuale. Se l'ordinamento viene ripetuto in base al flusso netto pro capite, si scopre che l'Italia si colloca solo al 48-49° posto, perché in questo caso alcuni paesi più piccoli tendono ad avere maggiori importazioni nette pro capite, rendendo difficile l'interpretazione del risultato. Tuttavia, sommando la popolazione che vive nei paesi con importazione netta pro capite superiore all'Italia (ovvero 47 e 48 paesi dei due casi) si ottiene rispettivamente l'1 e il 3% della popolazione mondiale. Ciò dimostra che la grande maggioranza della popolazione mondiale ha un'importazione netta pro capite di acqua virtuale inferiore alla media italiana.

Conclusioni

Il concetto di acqua virtuale rappresenta un nuovo paradigma per la comprensione delle complesse dinamiche relative all'utilizzo delle risorse idriche da parte dell'uomo. In particolare, l'utilizzo di tale indicatore consente di evidenziare il ruolo principale dell'agricoltura nel consumo delle risorse e permette, inoltre, di riconoscere come la gestione delle risorse idriche sia ormai da intendersi come un problema da affrontare alla scala planetaria, e non solo alla scala locale come spesso è avvenuto in passato. Infatti, come evidenziato nel presente contributo, il commercio di derrate alimentari tra stati e continenti diversi comporta un corrispondente spostamento di acqua virtuale tra diverse aree del globo, con flussi anche molto significativi e talvolta addirittura preponderanti rispetto alle quantità di acqua consumate per la produzione di beni agroalimentari per uso interno. È il caso dell'Italia: nel nostro paese si è assistito negli ultimi venticinque anni a una progressiva riduzione delle aree adibite a uso agricolo, riduzione solo in parte compensata da un aumento delle rese produttive delle colture. Ne è conseguita una lieve diminuzione delle quantità di acqua virtuale utilizzata per fini agricoli (da 72 km³ nel 1986 a 66 km³ nel 2010), accompagnata a una crescita del consumo nazionale di acqua virtuale (da 111 a 121 km³ nei venticinque anni considerati), in buona misura attribuibile al contemporaneo incremento della popolazione. In sostanza la forbice tra domanda e offerta interna di acqua virtuale è andata allargandosi da 39 a 55 km³ e le differenze sono state compensate da una crescita molto significativa delle importazioni di beni agroalimentari; più in generale, i

volumi di acqua virtuale scambiati dall'Italia con l'estero sono più che raddoppiati dal 1986 al 2010. Ricorrendo all'acqua virtuale come indicatore, si delinea pertanto un quadro complessivo piuttosto ben definito: l'Italia appare infatti un paese che sta sempre più abbandonando la propria vocazione agricolo-produttiva, e sta invece intensificando la propria vocazione commerciale. La gestione delle risorse idriche in Italia, così come le politiche agricole e quelle per la difesa del suolo, dovranno in futuro tenere debitamente in conto del fatto che, tanto per l'acqua quanto per altre risorse, la comprensione dei fenomeni e la loro corretta interpretazione passano sempre più per il riconoscimento della dimensione globale dei problemi. In altre parole, la globalizzazione dell'acqua è una realtà ormai ineludibile.

Riferimenti bibliografici

- Allan J.A. (1993), "Fortunately there are substitutes for water otherwise our hydro-political futures would be impossible", *Priorities for water resources allocation and management*, ODA, Londra, pp. 13-26
- Allan J.A. (1998), "Virtual water: A strategic resource global solutions to regional deficits", *Ground Water*, v. 36, n. 4, pp. 545-546
- Carr J., D'Odorico P., Laio F., Ridolfi L. (2012), "Inequalities in the networks of virtual water flow", *EOS*, v. 93, n. 32, pp. 309-310
- Carr J., D'Odorico P., Laio F., Ridolfi L., Seekell D. (2013), "Recent history and geography of the virtual water trade", *PLOS*, in corso di pubblicazione
- 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 Research Report 4*, IWMI, Sri Lanka
- Hanjra M.A., Qureshi M.E. (2010), "Global water crisis and future food security in an era of climate change", *Food Policy*, v. 35, n. 5, pp. 365-77
- Hoekstra A., Chapagain A.K. (2008), *Globalization of water: sharing the planet's freshwater resources*, Blackwell, Oxford (UK)
- Hoekstra A., Mekonnen M.M. (2012), "The water footprint of humanity", *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, v. 109, n. 9, pp. 3232-3237
- Falkenmark M., Rockström J. (2004), *Balancing Water for Humans and Nature*, Earthscan, Londra
- Falkenmark M., Rockström J. (2006), "The new blue and green water paradigm: breaking new ground for water resources planning and management", *Journal of Water Resources Planning and Management*, v. 132, pp. 129-132
- Oki T., Kanae S. (2004), "Virtual water trade and world water resources", *Water Science & Technology*, v. 49, n. 7, pp. 203-209
- Rosegrant M.W., Cai X., Cline S.A. (2002), *World Water and Food to 2025: Dealing with Scarcity*, IFPRI, Washington, DC, USA
- Tamea S., Allamano P., Carr J.A., Claps P., Laio F., Ridolfi L. (2013), "Local and global perspectives on the virtual water trade", *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, v. 17, pp. 1205-1215
- Verma S., Kampman D.A., Van der Zaag P., Hoekstra A.Y. (2009), "Going against the flow: A critical analysis of inter-state virtual water trade in the context of India's National River Linking Programme", *Physics and Chemistry of the Earth*, v. 34, pp. 261-269
- Vörösmarty C.J. et al. (2010), "Global threats to human water security and river biodiversity", *Nature*, v. 467, pp. 555-561
- World Economic Forum (2011), *Water Security: The Water-Energy-Food-Climate Nexus*, Island Press, Washington DC, USA

Questo contributo è tratto da “Globalizzazione del cibo e geografia dell’acqua. Il caso italiano” del gruppo di ricerca *Water In Food* del Politecnico di Torino ed è pubblicato sul libro “L’Acqua che mangiamo” (2013) a cura di M. Antonelli e F. Greco, Edizioni Ambiente, Milano