

Mario Agostinelli

37. Emergenze Energia e consumo acqua

Introduzione

L'acqua ha un portato evocativo che riguarda immediatamente la vita ed è il primo elemento che i Greci hanno interconnesso con aria terra fuoco per dare una spiegazione qualitativa del mondo che ci circondava. Ora non siamo più al centro dell'Universo, ma tutto risulta interconnesso, particelle e quanti originati, quattordici miliardi di anni fa, e ricomposti in continue cosmogenesi che sul nostro pianeta hanno creato le condizioni, quattro milioni di anni fa, perché si formasse la biosfera. La specie umana ha percorso la sua storia con la categoria della geopolitica: ora torna alla fragilità della biosfera e, di conseguenza, la conoscenza della natura e di noi stessi vanno interpretate con strumenti necessariamente interdisciplinari. Anche l'educazione scolastica e l'organizzazione degli studi debbono necessariamente adeguarsi.

Quale legame c'è tra acqua, politiche energetiche e "transizione ecologica"? Anche l'ecocidio può essere un prodotto dello sviluppo, un concetto, quest'ultimo, ormai obsoleto, che nella *Laudato Si* non appare mai se non sotto la specie della giustizia sociale, antitetico alla crescita. Sono debitore a Emilio Molinari di aver immediatamente richiamato l'attenzione sul ciclo dell'acqua presente nei cicli energetici spesso sotto forma solo di consumo, degrado, scarsità, privazione di un diritto.

Possiamo riparare i legami tra gli esseri umani e il mondo che li (ci) ospita senza tener conto di un possibile conflitto tra diritto all'acqua e diritto all'energia?

Fino a tutto il Settecento l'aria era vista come un elemento fisico che non partecipava della costituzione delle sostanze ma aveva con esse un rapporto di tipo meccanico strumentale, in grado di favorire o impedire le trasformazioni chimiche (il flogisto).

Lavoisier scopre che l'aria è un elemento composto (anidride carbonica che si lega ai solidi o si libera quando avviene la combustione) e che il vapore acqueo fatto scorrere su sbarre roventi libera idrogeno: è, cioè, un composto di "due arie": idrogeno e ossigeno. C'è un legame forte tra le due arie che fa sì che H₂O persista a diverse temperature, tutte compatibili con quelle della Terra, in forma di ghiaccio, liquido, vapore.

Scenari acqua clima energia

C'è una necessità assoluta di integrare meglio la pianificazione e le operazioni di produzione di energia elettrica con la gestione delle risorse idriche in un clima che cambia. Entro il 2030, la domanda di energia rinnovabile aumenterà del 60% (WWAP, 2009 e EIA 2010): si stima, inoltre, che il consumo globale di energia aumenterà di circa il 50% dal 2007 al 2035. Con l'aumento della produzione agricola, aumenterebbero sia il consumo di acqua sia di energia. Entro il 2050 si prevede un aumento di quasi il 19% del consumo globale di acqua agricola. L'uso dell'acqua potabile potrebbe superare le soglie critiche di sostenibilità a spese di ulteriore scarsità e del degrado delle risorse idriche. Va poi ricordato che anche il trattamento delle acque reflue richiede una notevole quantità di energia. Oggi il **10% dell'approvvigionamento idrico rinnovabile viene utilizzato per la produzione di energia.**

La situazione potrebbe essere peggiore senza alcun progresso tecnologico nel settore energetico e con uno *status quo* del sistema di consumo dei Paesi ricchi. Esaminiamo di seguito alcune implicazioni cui prestare la massima attenzione, consci del fatto che **i cambiamenti climatici più salienti per quanto riguarda il nesso tra energia e acqua riguardano l'aumento delle temperature** (e quindi l'aumento dell'evaporazione e della potenziale evapotraspirazione, insieme alla ridotta efficienza delle centrali elettriche) e, per molte regioni, **una riduzione delle precipitazioni medie** (neve e acqua). In sostanza, possiamo rivolgere l'attenzione da subito su sei punti.

- (1) Analisi degli **effetti del mix di combustibili** e dei sistemi energetici futuri (ad esempio, carbone polverizzato e combustibili fossili, come il metano utilizzato nelle centrali elettriche a ciclo combinato a gas naturale) sul consumo di acqua dolce
- (2) miglioramenti nell'accuratezza delle stime dell'uso dell'acqua per le singole centrali elettriche, condotti per la varietà di tecnologie e **sistemi di raffreddamento** attualmente in funzione, mettendo in conto un continuo aumento dell'utilizzo di acqua di raffreddamento per la produzione di energia termoelettrica (Van Vliet et al 2013)
- (4) **scarichi termici delle centrali elettriche** che hanno **forte impatto sulle temperature dei torrenti o i loro effetti successivi sugli ecosistemi acquatici e sulla biodiversità**"
- (5) **decarbonizzazione snella dell'acqua**. La ricerca futura deve puntare ad esplorare scenari che coinvolgono diversi obiettivi tecnologici, combinazioni tecnologiche, bilanci del carbonio o specifiche proposte alternative di politica energetica
- (6) **estensione della vita di una centrale elettrica raffreddata ad acqua rispetto alla chiusura o all'aggiornamento del suo sistema di raffreddamento.**

In definitiva, la produzione di elettricità a basse emissioni di carbonio e con basso consumo di acqua possono andare di pari passo.

Prendiamo in considerazione ora tre questioni che riguardano il consumo di acqua per produrre l'elettricità

1. Acqua come forza motrice (gravità)
2. Acqua come refrigerante e come vapore in combustione
3. Acqua come vettore per il sistema elettrico.

Consumi (il riferimento è sulla base di dati forniti per il sistema elettrico USA)

A - Fattori di **consumo idrico per elettricità rinnovabile** (Tabella 1) e **non rinnovabile** (Tabella 2).

I più alti fattori di consumo di acqua per tutte le tecnologie derivano dall'uso di torri evaporative. A parte il caso dell'energia idroelettrica, il carbone polverizzato e le tecnologie di cattura del carbonio e CSP, dato che utilizzano torri di raffreddamento particolarmente idrovore, rappresentano un grande dispendio di acqua. Addirittura, la presenza di torri costituisce il limite superiore del consumo di acqua, con circa 1.000 gal (4000L./MWh di produzione di energia elettrica).

Fuel Type	Cooling	Technology	Median	
PV	N/A	Utility Scale PV	26	
Wind	N/A	Wind Turbine	0	
CSP	Tower	Trough	865	
		Power Tower	786	
		Fresnel	1,000	
	Dry	Trough	78	
		Power Tower	26	
	Hybrid	Trough	338	
		Power Tower	170	
Biopower	N/A	Stirling	5	
		Steam	553	
	Tower	Biogas	235	
		Once-through	Steam	300
	Dry	Pond	Steam	390
		Biogas	35	
		Dry Steam	1,796	
Geothermal ¹	Tower	Flash (freshwater)	10	
		Flash (geothermal fluid)	2,583	
		Binary	3,600	
		EGS	4,784	
	Dry	Flash	0	
		Binary	135	
		EGS	850	
	Hybrid	Binary	221	
EGS		1,406		
Hydropower	N/A	Aggregated in-stream and reservoir	4,491	

GAL/KWH

Tabl Fattori di consumo di acqua per tecnologie rinnovabili

Fuel Type	Cooling	Technology	Median
Nuclear	Tower	Generic	1,101
	Once-through	Generic	44,350
	Pond	Generic	7,050
Natural Gas	Tower	Combined Cycle	253
		Steam	1,203
		Combined Cycle with CCS	496
	Once-through	Combined Cycle	11,380
		Steam	35,000
	Pond	Combined Cycle	5,950
	Dry	Combined Cycle	2
Inlet	Steam	425	
Coal	Tower	Generic	1,005
		Subcritical	531
		Supercritical	609
		IGCC	390
		Subcritical with CCS	1,277
		Supercritical with CCS	1,123
	Once-through	IGCC with CCS	586
		Generic	36,350
		Subcritical	27,088
	Pond	Supercritical	22,590
		Generic	12,225
Subcritical		17,914	
Biopower	Once-through	Supercritical	15,046
		Steam	878
			35,000

Fattori di consumo d'acqua per generatori elettrici non rinnovabili TAB 2 (GAL/KWH)

I fattori di consumo **idrico operativo più bassi risultato** riguardano energia eolica, fotovoltaica, tecnologie solari Stirling e CSP (concentrazione solare) e impianti a ciclo combinato del gas naturale che utilizzano tecnologie di raffreddamento a secco.

B - Fattori di prelievo di acqua per l'elettricità: le tecnologie di generazione mostrano una variabilità simile all'interno e tra le categorie tecnologiche (Tabella 3).

Fuel Type	Cooling	Technology	Median
Nuclear	Tower	Generic	672
	Once-through	Generic	269
	Pond	Generic	610
Natural Gas	Tower	Combined Cycle	198
		Steam	826
		Combined Cycle with CCS	378
	Once-through	Combined Cycle	100
		Steam	240
	Pond	Combined Cycle	240
	Dry	Combined Cycle	2
Inlet	Steam	340	
Coal	Tower	Generic	687
		Subcritical	471
		Supercritical	493
		IGCC	372
		Subcritical with CCS	942
		Supercritical with CCS	846
	Once-through	IGCC with CCS	540
		Generic	250
		Subcritical	113
	Pond	Supercritical	103
		Generic	545
Subcritical		779	
			42

Fattori di prelievo d'acqua per generatori elettrici non rinnovabili TAB 3 (Gal/KWH)

I valori più elevati di prelievo idrico derivano dalle tecnologie nucleari, mentre i valori di prelievo più piccoli sono per le tecnologie rinnovabili non termiche. Consistente con la letteratura consultata, si presume che i fattori di prelievo per i sistemi CSP, eolici, geotermici e fotovoltaici siano equivalenti ai fattori di consumo.

Nel complesso, i sistemi di acqua potabile e i trattamenti di acque reflue rappresentano circa il 2% del consumo energetico negli Stati Uniti, aggiungendo al bilancio dei gas climalteranti oltre 45 milioni di tonnellate di gas serra all'anno.

I colori dell'idrogeno e il diritto all'acqua

Il dibattito aperto sull'introduzione accelerata e massiccia del vettore idrogeno in un futuro sistema energetico più sostenibile è incentrato in gran parte su aspetti rilevanti, ma che non tengono per ora in conto una risorsa vitale come l'acqua.

L'idrogeno sembrerebbe una soluzione ideale, ma occorre tener conto che, pur essendo diffuso nell'atmosfera, lo si trova per lo più legato saldamente in molte molecole, come gli idrocarburi o l'acqua, in cui il legame chimico con l'ossigeno e l'idrogeno è molto forte. I punti salienti per un bilancio sul ricorso all'idrogeno come vettore energetico sono: per ogni chilo di H₂ ottenuto a partire dal gas naturale (CH₄), si liberano dai 6 ai 12 chili di CO₂. Ogni chilo di idrogeno prodotto con gassificazione emette fino a 18-20 chili di CO₂. In sé, il consumo di acqua nel solo processo di idrolisi non appare eccessivo (circa 10 litri di acqua per 1 Kg di idrogeno). Ma come si può trascurare quanta acqua viene consumata per produrre la corrente necessaria a scinderne la stupefacente struttura molecolare?

Quasi mai si riflette sul fatto che l'idrogeno può essere prodotto in quantità importanti solo scindendo molecole molto stabili, come ad esempio il metano (CH₄) o, soprattutto, l'acqua (H₂O), rilasciando nel primo caso gas climalteranti e nel secondo – almeno a prima vista – soltanto ossigeno dopo aver consumato corrente elettrica.

A questo punto, ecco comparire due altri colori dell'idrogeno: **il blu**, quando l'elettricità proviene da centrali a metano con sequestro di CO₂, **il verde**, quando la corrente elettrica proviene da eolico o fotovoltaico, che funzionano senza consumo d'acqua.

La domanda è allora: di quanta acqua avrebbe bisogno un'economia dell'idrogeno sostenibile se non si alimentasse solo con fonti rinnovabili? L'analisi svolta da Michael Webber, direttore associato presso il *Center for International Energy and Environmental Policy* presso l'Università del Texas ad Austin, [ha recentemente colmato questa lacuna](#), fornendo una prima analisi del fabbisogno idrico totale con dati recenti per un'economia dell'idrogeno "di transizione" negli Stati Uniti a trazione fossile.

L'analisi di Webber stima che per la quantità di idrogeno prevista dal piano al 2030 si utilizzerebbero circa dai 72 ai 260 trilioni di litri di acqua all'anno come materia prima per la produzione elettrolitica e come soprattutto refrigerante per l'energia termoelettrica. Si tratta di un **aumento del 27-97% dai 737 miliardi di litri al giorno (272 trilioni di litri all'anno) utilizzati oggi dal settore termoelettrico per generare circa il 90% dell'elettricità negli Stati Uniti**. Cioè non ci sarebbe acqua abbastanza per soddisfare i bisogni umani, l'alimentazione e la sopravvivenza della biosfera con l'alimentazione del ciclo dell'acqua a disposizione della regione nordamericana

Un bilancio da esaminare con accuratezza e precauzione

Il chilo di idrogeno ottenuto è equivalente in termini energetici a 3.2 kg di benzina per autotrazione, che emetterebbero con la combustione nel motore interno dell'automobile circa 9 kg di CO₂.

Se partiamo da 100 Watt elettrici per produrre idrogeno si giunge ad un rendimento di soli **38 Watt**; "l'efficienza complessiva dell'idrogeno nella filiera energetica *power-to-vehicle* è circa la metà di quella dei veicoli elettrici a batterie".

Il fotovoltaico e l'eolico producono l'energia per l'elettrolisi dell'acqua, ma è **quest'ultima la materia generatrice e non inquinante** e questa materia, è sbagliato ignorarlo, non è rinnovabile.

Non lo è nemmeno quando l'usiamo nell'idroelettrico. Ora più che mai quando spariscono i ghiacciai. Ora che tocchiamo con mano quanto le dighe, le condotte forzate e le deviazioni dei fiumi, hanno manomesso i fiumi e falde e fatto mancare l'acqua a valle ai contadini e alla permanenza della biodiversità.

Tuttavia, se si arrivasse presto al 100% rinnovabili, si risparmiasse sulla Terra e venisse spostata potenza anche sui mari, potremmo farcela. La dissalazione con eolico è già quasi conveniente (acqua potabile) e l'idrogeno ottenuto da acque marine è in via di affinamento sia dal punto di vista dei costi sia dell'efficienza.